משרד החינוך והתרבות
המינהל הפדגוגי
האגף לתוכניות לימודים   האגף לשירותי חינוך ורווחה
האגף למדע ולטכנולוגיה

משרד העבודה והרווחה
האגף להכשרה ולפיתוח כח אדם
המכון לאמצעי הוראה

מכניקה ב׳

תורת התנועות

פרוייקט ניסויי פעימ״ה (פיסיקה פעלתנית יחידנית בשירות המקצוע)

המהירות
הצגה גרפית של מהירות כתלות בזמן
תאוצה ותאוטה
תנועה מעגלית

התשנ״ב - 1992

כתיבה: ד"ר אשר אליקים
ייעוץ מדעי ופדגוגי: ד"ר כץ ישראל
ריכוז הפרוייקט: גב' גופר דבורה
ריכוז הניסוי והנחיה: מר סמדג'ה דני

ועדת היגוי: פרופ' לוי אהרן - יו"ר
מר אלמוג חיים
ד"ר אשר אליקים
מר ברבי יואב
גב' גופר דבורה
ד"ר חושן אהוד
ד"ר יברכיהו עמי
ד"ר כץ ישראל
מר מיכאלי איתן
מר מלצ'וק יעקב
מר סלע דוד
מר סמדג'ה דני
פרופ' פינגולד מנחם
מר צהר קלמן
ד"ר שרגאי יעקב

עימוד: פרומין דפנה
ציורים: חן חנה
עריכה לשונית: פרידמן יפה

הפקה: פינצי בתיה

©
כל הזכויות שמורות
תשנ"ב - 1992

הכנה:
המכון לאמצעי הוראה מאה © המחלקה להוצאת ספרים
צילום, הדפסה והפצה:
המרכז לחינוך טכנולוגי, רח' גולומב 52, חולון
טלפון: 5028986-7 פקס: 5028015

הנחיות ללימוד הנושאים שבחוברת

קרא בעיון!

מוגשת לך חוברת שנייה ללימוד נושא המכניקה בשיטה פעלתנית יחידנית (פעימ"ה). החוברת הוכנה על פי שיטות הוראה המדגישות את הפעלתנות סביב ניסוי או מכשיר, בדרך של לימוד יחידני, שתתאים לקצב התקדמותך האישית. תוכנית הלימוד במכניקה מורכבת מסדרת חוברות עשירות בדוגמאות מתחום המקצוע. כך תוכל ללמוד פיסיקה הקשורה באופן ישיר למקצועך. בשיטת הלימוד הפעלתני אתה אמור לערוך ניסויים, לנתח אותם ולהגיע למסקנות, וכן לצפות בסרטונים, בסרטים ובשקפים הנוגעים לחומר הלימוד. נפנה אותך לאלה באמצעות סימונים מיוחדים שיחזרו על עצמם בכל החוברות.

בתחילת החוברת נמצאים:
א) הנחיות ללימוד הנושאים המופיעים בחוברת זו.
ב) מפתח לסימוני ההפניה.

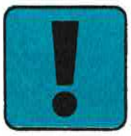
כמו כן תמצא, בתחילת כל פרק, תרשים המדגים את מהלך נושא הלימוד ופירוט מטרותיו.

חוברת הלימוד מיועדת לך אישית. קרא בה בעיון וענה על השאלות בגוף החוברת. תמצא בה גם הוראות לערוך ניסוי, להקרין סרט או לבצע פעילות אחרת. החוברת מדריכה אותך לפעול ולחשוב, ועליך להשתמש בה במהלך השיעור כולו.

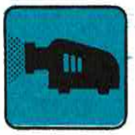
את הפעילויות השונות תוכל לבצע עם בן זוגך. מותר לכם לחשוב ביחד, להתייעץ (בלחש) עם חברים אחרים ולסכם בעל פה את הדברים, שאתם רוצים לכתוב בחוברת.

איש אינו לוחץ עליך! קבע את קצב הלימוד בהתאם ליכולתך. אל תיחפז לשאול את חבריך או את המורה אם אינך מבין דבר מה. המורה יעזור לך בעת הצורך.

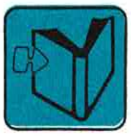
מפתח לסימוני ההפניה שביחידה:



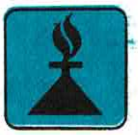
שים לב, זכור, נסכם וכו'.



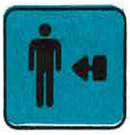
פנה לעזרים אורקוליים. קרא את ההוראות לפני ההקרנה, כדי שתוכל למלא אחריהן, מיד עם סיומה.



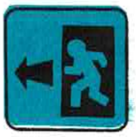
פנה לספרות כדי להרחיב את ידיעותיך, וענה על השאלות.



הפניה לניסוי המופיע בתמרור. לדוגמה, מכ-1 פירושו ניסוי מכניקה מספר 1. ערוך את הניסוי, הסק מסקנות ורשום אותן מיד.



הנך מרגיש שהחומר נהיר לך - פנה אל המורה, לקראת המבחן.



בצע את המטלה הבאה.

בהצלחה!

תוכן העניינים

פרק 1: המהירות

1.א המהירות ומדידתה......................9
1.ב מהירות בטבע.........................12
1.ג יחידות של מהירות....................16
1.ד מהירות קבועה........................20
1.ה מהירות ממוצעת.......................28
1.ו המהירות וכיוונה.....................35
1.ז המהירות במדע ובטכנולוגיה............37

פרק 2: הצגה גרפית של מהירות כתלות בזמן

2.א רישום גרף מהירות כתלות בזמן..........43
2.ב חישוב מרחק התנועה על פי גרף מהירות כתלות בזמן..........50
2.ג מהירות משתנה........................55

פרק 3: תאוצה ותאוטה

3.א מושגי התאוצה והתאוטה.................65
3.ב תאוצה קבועה.........................68
3.ג שינוי מהירות - מהו?..................85
3.ד המהירות בתאוצה קבועה................90
3.ה חישוב מרחק תנועה של גוף הנע בתאוצה קבועה..............................98
3.ו תנועת גופים הנעים במאונך לפני כדור הארץ (תאוצת הכובד)..................112

פרק 4: תנועה מעגלית

4.א מושגי יסוד בתנועה מעגלית............129
4.ב מהירות היקפית......................139
4.ג תאוצה רדיאלית......................148

נספחים

נ.1 תנועה וקטורית......................154
נ.2 זריקה אופקית.......................159

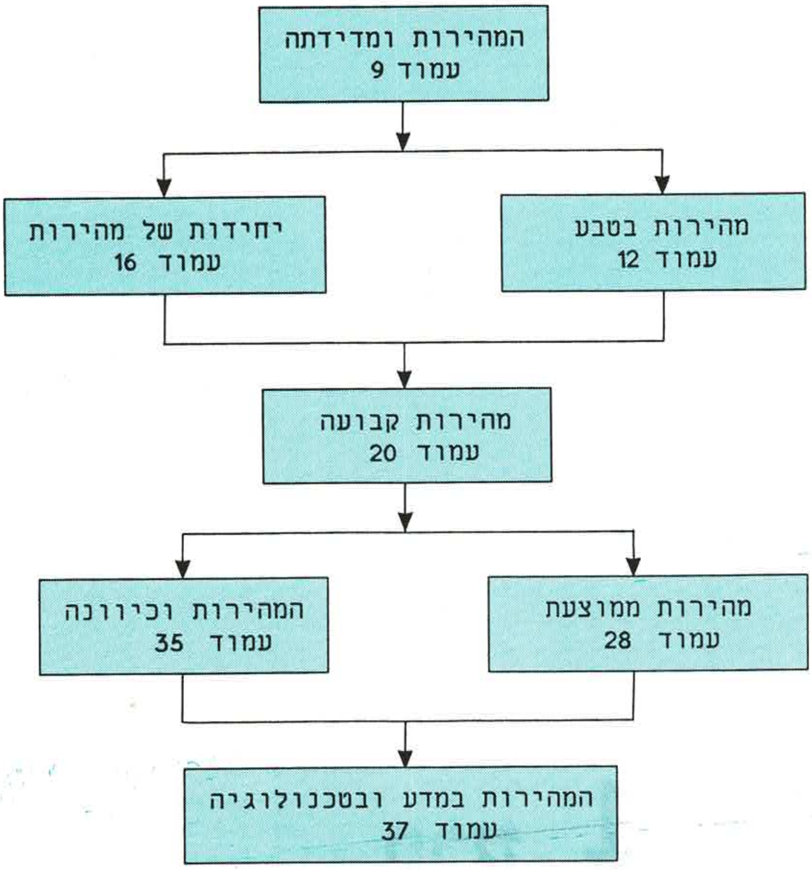
תרגילי חזרה..............................163

פרק 1

המהירות

פרק 1: המהירות

תרשים מהלך נושא הלימוד


המהירות ומדידתה
עמוד 9
מהירות בטבע
עמוד 12
יחידות של מהירות
עמוד 16
מהירות קבועה
עמוד 20
מהירות ממוצעת
עמוד 28
המהירות וכיוונה
עמוד 35
המהירות במדע ובטכנולוגיה
עמוד 37

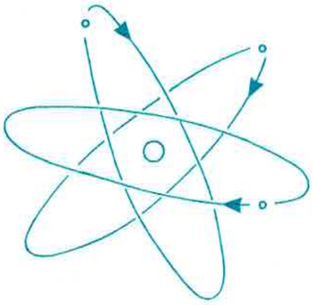
עם סיום פרק זה אתה אמור:

1. להכיר את מושג המהירות ואת יחידותיה.
2. להכיר סוגי מהירות בטבע.
3. להכיר את הקשרים בין המרחק לזמן במהירות קבועה.
4. להכיר את המכשיר "רשם הזמן" או "זמזם", ולדעת כיצד מודדים באמצעותו מהירות.
5. להכיר את המושג מהירות ממוצעת.
6. להבין את משמעות הכיוון במושג המהירות.
7. לדעת היכן וכיצד משתלב מושג המהירות במדע ובטכנולוגיה.

עם סיום הפרק, חזור ובדוק אם הושגו מטרות אלה.

א.1 המהירות ומדידתה

1. המהירות היא מושג פיסיקלי יסודי בתחומים רבים. בחיי היומיום מדובר, למשל, על מהירות בענף הספורט ובענף התחבורה. במדע ובטכנולוגיה קיימים חוקים רבים בהם מהווה המהירות מרכיב חשוב. אנו חוקרים למשל מהו גודל מהירות האור באוויר ובחומרים שונים, וכן מהו גודל מהירות הקול או גודל המהירות של חלקיקים זעירים כגון אלקטרונים. (ציור 1).



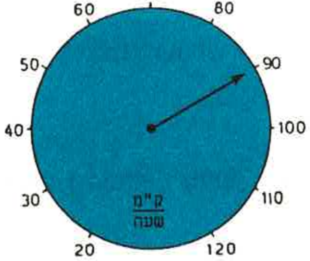
ציור 1
תנועת אלקטרונים.

בטכנולוגיה חשיבות רבה למהירות הסיבוב של גלגלים כגון מקדחים ומשחזות.

כל יום מזכירים אמצעי התקשורת (הטלוויזיה, הרדיו והעיתונות) את מושג המהירות. זאת מן הסיבה הפשוטה שמהירות קשורה למכוניות ולצערנו, גם לתאונות.

כל נהג, השומר על חוקי התנועה, חייב להקפיד כל הזמן שמהירות הנסיעה של מכוניתו לא תעבור את המהירות המותרת. באיזה מכשיר מדידה נעזר הנהג, כדי לא לעבור את המהירות המותרת?___1_______(מד מרחק/מד זמן/מד מהירות).*

2. נדמיין לעצמנו שאנו נוסעים עכשיו במכונית ומד המהירות נמצא לפנינו, כמצויר בציור 2.



ציור 2
מד מהירות של מכונית.

---

* נוהגים לקרוא למד מהירות ספידומטר. שם זה נגזר מהמלים האנגליות:
מהירות - SPEED, מונה - METER.

המכונית נוסעת עכשיו במהירות:

א. 90 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ג. 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{דקה}}$

ב. 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}$ ד. 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$

סמן במעגל את התשובה הנכונה.

במהירות זו מותר לנסוע בכביש ______ 1 (עירוני/בין עירוני/מהיר). על מד המהירות של מכוניות רשום לרוב Km/h. מה פירוש הדבר?

Km/h

$\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$

Km הוא קיצור המלה Kilometer ופירושו קילומטר (ובקיצור ק"מ). הק"מ הוא מרחק של 1000 מטר, שהם כ-1500 צעדים שלך.

h הוא קיצור המלה hour שפירושה: שעה.

כלומר, Km/h פירושו $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ וזוהי היחידה המתאימה לתשובה ד.

3. מהי בעצם, הכוונה כאשר אנו אומרים שהמכונית נוסעת עכשיו במהירות של 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$?

מובנו של דבר: אם המכונית הייתה נוסעת שעה אחת שלמה, שהיא יחידת זמן אחת, והמחוג של מד המהירות היה מצביע כל הזמן על 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, הרי שהמכונית הייתה עוברת באותה שעה מרחק של 90 2 ______(מ'/ק"מ), שהם 90 יחידות אורך.

במשך מחצית השעה הייתה המכונית עוברת מרחק של

$90\cdot$______ = ______ 3 ק"מ.

במשך 20 דקות שהן ______($\frac{1}{4}$/$\frac{1}{3}$) שעה, הייתה המכונית עוברת מרחק של ______ 4 ק"מ.

במשך 45 דקות שהן ___1 $(\frac{3}{4}/\frac{2}{3})$ של השעה, הייתה המכונית עוברת מרחק של ___2 מטרים.

(זכור שב-1 ק"מ יש 1000 מטרים).

בדקה אחת, שהיא ___3 $(\frac{1}{120}/\frac{1}{60})$ שעה, המכונית עוברת מרחק של ___4 מטרים.

בשנייה אחת, שהיא ___5 $(\frac{1}{2400}/\frac{1}{3600})$ שעה, הייתה המכונית עוברת מרחק של ___6 מטרים.

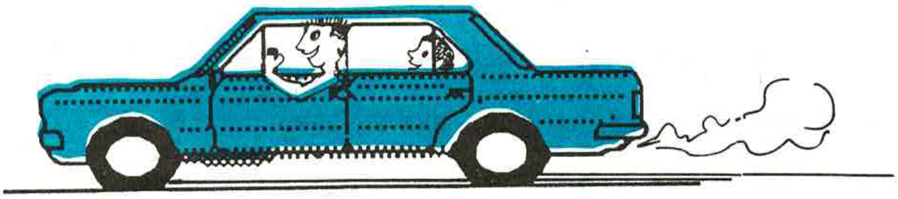
4. המהירות המירבית המותרת לנסיעה:

- בכביש עירוני ___7 (100/50/20) $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.
- בכביש בין עירוני ___8 (50/80/30) $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.
- בכביש מהיר ___9 (90/150/180) $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

נסכם:

גודלה של המהירות הוא מספר יחידות האורך שהגוף עובר במשך יחידה אחת של זמן.

למשל מספר הק"מ שעבר הגוף במשך שעה אחת.



ב.1 מהירות בטבע

1. מהירות האור היא המהירות הגדולה ביותר הקיימת בטבע. קרן אור עוברת באוויר בשנייה אחת (1 שנייה) מרחק של 300,000 ק"מ (שלוש מאות אלף קילומטר).

את מהירות האור המסומנת באות C נוהגים לרשום כך:

$$C = \boxed{\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}}\,300{,}000 = \boxed{\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}}\,3\cdot 10\text{—}$$

בעזרת התזכורת הקצרה שבתוך המסגרת תוכלו ודאי להשלים את החזקה הנכונה של 10 עבור מהירות האור.

תזכורת קצרה של חוקי החזקות:

> ניקח את המספר 100. אפשר לכתוב אותו כך:
>
> $100 = 10 \cdot 10 = 10^2$ (ה-2 נקרא בשם: מעריך. המעריך מסמן את מספר הפעמים, שהכפלנו את 10 בעצמו).
>
> אם ניקח את המספר 6000, אפשר להציגו כך:
>
> $6000 = 6 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 6 \cdot 10^3$

2. אור מתקבל ממקורות בטבע, כגון השמש או הכוכבים. מקור אחר לאור הוא אש או נורה חשמלית.

כשמסתכלים ממרחק רב על נורה חשמלית אורה נראה חלש מאוד. במרחקים גדולים יותר עוצמת האור תפחת עד שלא נוכל להבחין באור כלל.

בתקופתנו המציאו מדענים מקור אור מיוחד הנקרא לייזר. האור היוצא מהלייזר נראה גם ממרחק רב. קרן לייזר יכולה לעבור את המרחק מכדור הארץ לירח ומשם בחזרה לכדור הארץ, בלי שעוצמתה תקטן בהרבה (ציור 3).

ב.1

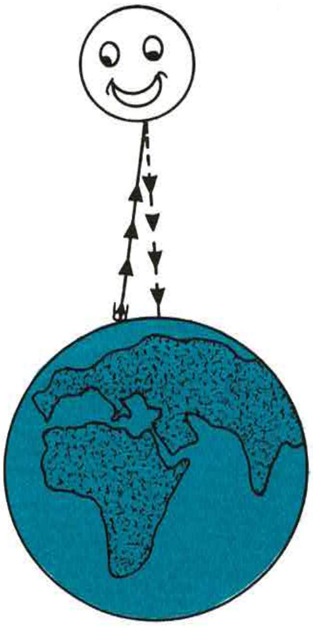
בניסוי מדעי נשלחה קרן לייזר מכדור הארץ לעבר מראה ששמו אסטרונאוטים על הירח. הקרן פגעה במראה וחזרה אל כדור הארץ כעבור 2.56 שניות. האם נוכל לחשב את המרחק שעברה קרן הלייזר? ננסה:

בשנייה אחת עוברת הקרן 1 ______ (300,000/30,000) ק"מ.

בשתי שניות היא עוברת 2 ______ (600,000/60,000) ק"מ.

ב-2.56 שניות לערך הקרן עוברת 3 ______ ק"מ.

מרחק זה, הוא 4 ______ (חצי/כפליים) המרחק שבין כדור הארץ לירח, לכן מרחק כדור הארץ מן הירח הוא 5 ______ ק"מ.



ציור 3
קרן הלייזר פוגעת בפני הירח ומוחזרת לכדור הארץ.

3. מרחקה של השמש מכדור הארץ הוא $150 \cdot 10^6$ ק"מ (150 מליון ק"מ).

אור יום מקורו בקרני אור המגיעות אלינו מהשמש. בתוך כמה זמן מגיעה קרן השמש אל כדור הארץ?

פתרון

קרן אור עוברת מרחק של 300,000 ק"מ בתוך ($1/\frac{1}{2}$) שנייה.

הקרן תעבור מרחק של 150,000,000 ק"מ ב 6 ______ (500/5000) שניות, שהן 7 ____ ($10/8\frac{1}{3}$) דקות. במלים אחרות כל קרן אור, המאירה את כדור הארץ, יצאה מן השמש לפני כ- 8 ______ (10/8) דקות.

4. מהירות הקול

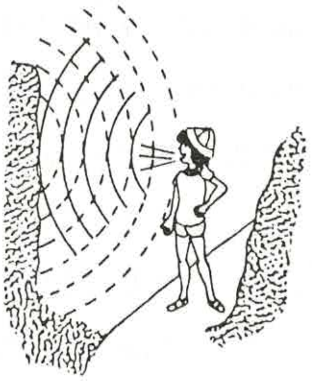
מהירות הקול באוויר היא כ-330 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

פירושו של דבר הוא, שהקול עובר בשנייה אחת מרחק של 9 ______ מטר. ב-2 שניות הקול עובר מרחק של 10 ______ (660/66) מטר.

בטיול במדבר יהודה השתעשעו המטיילים בשמיעת ההד שלהם. באחד המקרים נשמע ההד 3 שניות לאחר שאחד המטיילים שרק (ציור 4).

המרחק בין המטיילים ובין המקום שממנו יצא הד השריקה הוא 1 ________ .

שימו לב לכך, שההד נוצר כתוצאה מהחזרת גלי הקול מצוק או מהר הנמצאים בסביבת המטייל, לכן הזמן שהקול נע עד להר הוא רק 2 ________ שניות.



ציור 4
גלי הקול פוגעים בהר וחוזרים כהד.

5. ברק ורעם

הברק והרעם נוצרים עקב התפרקות חשמלית של עננים הטעונים במטען חשמלי.

המהירות של אור הברק היא: 3 ________ ▱ .

המהירות של קול הרעם היא: 4 ________ ▱ .

נניח שבאחד מלילות החורף הסוערים ראינו ברק וכעבור 6 שניות שמענו קול רעם אדיר. באיזה מרחק מאתנו התרחשה ההתפרקות החשמלית של הענן?

5 ____

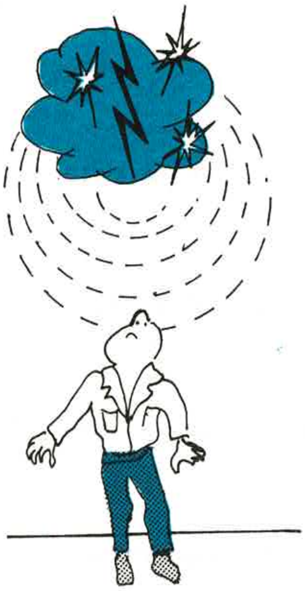
____

____

לפניכם מספר רמזים שיקלו עליכם בפתרון הבעיה:

מה הגיע אלינו מהר יותר, הברק או הרעם?

המרחק בינינו ובין הענן הוא 6 ________ (פחות/יותר) מ-$3\cdot10^5$ ק"מ. לכן הזמן הדרוש לברק כדי להגיע אלינו הוא הרבה 7 ________ (פחות משנייה/יותר משנייה).



ציור 5
6 שניות לאחר התפרקות חשמלית הגיע קול הרעם לאוזן השומע.

מכאן ש-6 השניות הם הזמן הדרוש, למעשה, ל1__________

(אור/קול) להגיע ממקור ההתפרקות אלינו.

נכפיל את מהירות הקול 2________ (400/330) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ בזמן,

שהוא 6 שניות, ונקבל 3__________ מטר.

המרחק 4______________ מטר שקיבלנו הוא המרחק בינינו

ובין המקום שבו התרחשה ההתפרקות 5______________

(החשמלית/המגנטית/הגרעינית).

ג.1 יחידות של מהירות

1. עד כה כבר השתמשנו בכמה יחידות, כדי לבטא מהירות:

1

- כאשר דיברנו על מהירות ה_______ (מכונית/אור/קול) השתמשנו ב $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$

2

- כאשר דיברנו על מהירות ה_________ (מכונית/אור/קול) השתמשנו ב $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}$

3

- כאשר דיברנו על מהירות ה _______ (מכונית/אור/קול) השתמשנו ב $\frac{\text{מטרים}}{\text{שנייה}}$

מדוע השתמשנו בכל פעם ביחידות אורך (ק"מ ומטרים) וביחידות זמן (שעה ושנייה) שונות, כדי לבטא את המהירות?

התשובה היא פשוטה מאוד - "נוחות".

"נוחות" בכתיבת גודלה של המהירות ו"נוחות" בתפיסה הנכונה של גודל המהירות.

2. כאשר מהירות של מכונית נכתבת ב $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, כמו 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, אנו מבינים כי במשך שעה המכונית עוברת 90 ק"מ. נוח לנו לתפוס זאת באופן הגיוני. אנו רושמים את המהירות ביחידה זאת על מנת שנחוש את מהירות המכונית.

נניח שבמקום 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ברצוננו לרשום את המהירות ב- $\frac{\text{מטר}}{\text{שעה}}$

בכל ק"מ יש 4 ________ (100/1000) מטר, לכן המהירות היא

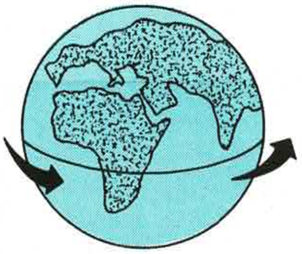
5 ___________(9000/90,000) $\frac{\text{מטר}}{\text{שעה}}$.

צורת כתיבה זו אינה נוחה, כי המספר נרשם בעזרת ___1___ (3/4) אפסים במקום בעזרת אפס אחד.

כמו כן כאמור נוח יותר להבין שמהירות המכונית הייתה 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

3. לפיכך, יחידת המהירות $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ היא יחידה שימושית במקרים רבים, אך היא איננה יחידת המהירות הפיסיקלית המוסכמת.

המושג מהירות נובע מ___2___ (היחס/המכפלה) ___3___ (של/בין) האורך ___4___ (ב/ל) זמן.



ציור 6
היקף קו המשווה של כדור הארץ הוא כ-40,000,000 מטר.

א. במדע נהוג, שיחידת האורך תהיה 1 מטר. 1 מטר הוא בערך החלק הארבעים מיליון של היקף כדור הארץ בקו המשווה (ציור 6).

ב. יחידת הזמן הנהוגה היא 1 שנייה. שנייה אחת היא $\frac{1}{24 \cdot 3600}$ של היממה.

יממה אחת היא הזמן העובר מזריחת השמש ביום מסוים ועד זריחתה למחרת.

ג. יחידת המהירות הנהוגה במדע היא איפוא 1 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

נסכם:

א. יממה: הזמן העובר בין זריחת החמה ביום מסוים ובין זריחתה מחדש ביום המחרת.

ב. שנייה אחת היא החלק ה- $\frac{1}{24 \cdot 3600}$ של היממה.

ג. יחידת האורך, המטר, היא בקירוב החלק ה-40 מיליון של היקף כדור הארץ בקו המשווה.

ד. יחידת המהירות הנהוגה במדע היא 1 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

4. מהו הקשר בין $1\,\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ובין היחידה הפיסיקלית $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$?

1 ק"מ = 1 ________ (1000/100) מטר.

1 שעה = 2 ________ (3600/1800) שניות.

לכן $1\,\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \frac{1\ \text{ק"מ}}{1\ \text{שעה}} = \frac{1000\ \text{מטר}}{3600\ \text{שניות}}$

או $1\,\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \frac{1}{3.6}\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

ומכאן $3.6\,\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = 1\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

לדוגמה: $10\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = 36\,\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$

נסכם:

$$1\,\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \frac{1}{3.6}\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$$

$$1\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = 3.6\,\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$$

$$10\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = 36\,\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$$

5. מלא את המשימה שלפניך. לאחר שתסיים אותה, פנה למורה לקבלת שקף בקרה ש.מכ ב.1. השווה את פתרונך לפתרון הנכון.

השלם את הטבלה שלפניך:

מהירות $(\frac{ק"מ}{שעה})$	מהירות $(\frac{מטר}{שנייה})$
36	1
2	15
3	20
90	4

לפניך טבלה בה נרשמו מהירויות שונות. השלם אותה.

	$\frac{ק"מ}{שעה}$	$\frac{מטר}{שנייה}$
הולך רגל	5.4	5
רוכב אופניים	⑥	5
מכונית בשטח עירוני	50	7
מהירות האור בזכוכית	⑧	$1.8\cdot10^8$
מהירותו של כדור רובה	9	900

לאחר שהשלמת את הטבלאות בקש מהמורה שקף בקרה כדי לאשר את תשובותיך.

השקף גם ידריך אותך כיצד לחשב חלק מהתרגילים.

ש.מכ.ב.1

ד.1 מהירות קבועה

1. מהירות האור בחלל מהווה דוגמה בולטת של מהירות קבועה.
גוף נע במהירות קבועה אם הוא נע כל הזמן על קו ישר אחד ובאותו כיוון, ואם במשך כל זמן התנועה הוא עובר מרחקים שווים בפרקי זמן שווים.

נתון כי מכונית נוסעת במהירות קבועה של 72 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, או 1 ______ (20/10) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. המשמעות היא שבכל שנייה עוברת המכונית מרחק של 2 ______ (10/20) מטר, וכיוון התנועה 3 ______ (משתנה/לא משתנה).

מהירות האור באוויר היא $3\cdot10^5$ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}$. מהירות זו היא 4 ______ (קבועה/משתנה). בכל 5 ______ (שעה/שנייה) עובר האור מרחק של 6 ______ ק"מ בכיוון הקו הישר המחבר את הרואה עם מקור האור.

המהירות בכיוון אחד

2. רכבת נוסעת במהירות קבועה של 60 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ באותו כיוון.
א. ב-2 שעות הרכבת עוברת מרחק של 7 ______ ק"מ.
ב. ב-5 שעות הרכבת עוברת מרחק של 8 ______ ק"מ.
ג. ב-t שעות תעבור הרכבת מרחק של 9 ______ ק"מ.

אם נסמן את המרחק הישר שהרכבת עוברת באות X ואת מספר השעות באות t נוכל לומר (סמן בעיגול את התשובה הנכונה):

א. $X = \frac{60}{t}$ ב. $X = 60 + t$

ג. $X = 60\cdot t$ ד. $X = \frac{t}{60}$

התשובה הנכונה היא:

הרכבת, שנסעה במהירות 60 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, עברה ב-t שעות מרחק X
של: $X = 60\cdot t$ (ק"מ).

ד. אם גוף ינוע במהירות קבועה של 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$, הוא יעבור

!

ב-t שניות מרחק של ______t = X (מטר).

ה. אם גוף ינוע בקו ישר במהירות קבועה V, הוא יעבור מרחק X השווה ל:

(סמן במעגל את התשובה הנכונה):

א. $X = \frac{V}{t}$ ג. $X = Vt$

ב. $X = V + t$ ד. $X = \frac{t}{V}$

גוף הנע בקו ישר במהירות קבועה V עובר במשך זמן t מרחק של $X = Vt$.

נסכם:

א. מהירות קבועה היא מהירות שאינה משתנה כל זמן התנועה. כלומר, הגוף ינוע באותו כיוון מרחקים שווים בפרקי זמן שווים.

ב. כאשר גוף נע במהירות קבועה, המרחק x, שהגוף יעבור בזמן t, יתקבל בעזרת הנוסחה:

$$\boxed{X = V\cdot t}$$

אין צורך לנגוע במכשירים! המטוס נע במהירות קבועה!

3. מטוס טס במהירות קבועה של 900 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

2

האם שינה המטוס את כיוון טיסתו? ______(כן/לא). (שים לב להגדרת המושג "מהירות קבועה").

איזה מרחק יעבור המטוס ב-20 דקות?

פתרון

נתונים

המהירות הקבועה של המטוס $V = \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ____ 1

זמן הטיסה $t = 20$ דקות

מרחק הטיסה $X = ?$

בכל שעה ____ 2 (60/30) דקות. לכן הזמן יהיה:

$t = 20$ דקות $= \frac{20}{60}$ שעה $=$ ____ 3 שעה

לפי נוסחת המהירות הקבועה $X = Vt$

$X =$ ____ 5 $\cdot \frac{1}{3} =$ ____ 4 ק"מ

תשובה: המטוס עבר מרחק של ____ 6 ק"מ.

הקשר $X = Vt$ אומר גם שהיחידה, שבעזרתה אנו מודדים את המרחק (ק"מ, מטר, ס"מ), שווה למכפלת יחידת המהירות ($\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$, $\frac{\text{ס"מ}}{\text{שנייה}}$), ביחידת הזמן (שעה, שנייה, דקה).

בתרגיל האחרון היחידות מוכפלות כך:

$$\text{ק"מ} = \text{שעה} \cdot \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = [X]^{*}.$$

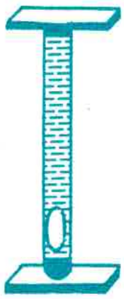
4. כיסוי (מכ' 26):

מכ' 26

מהירותה של בועת אוויר בנוזל סמיך.

לפניך צינור שבתוכו נוזל סמיך. בתוך הנוזל תוכל להבחין בבועת אוויר שנשארה בפנים (ציור 7א).

הטה את הצינור כמתואר בציור 7ב בועת האוויר נעה כלפי ____ 7 (מטה/מעלה). האם, לדעתך, נעה הבועה במהירות קבועה לאחר תחילת התנועה?



ציור 7א
בועת אוויר בתוך נוזל.

---

* כאשר רושמים [X] הכוונה ליחידה של X. יחידת המרחק (מטר, ק"מ וכו').

בחר בתשובה הנכונה:

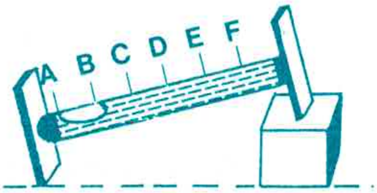
א. כן, כי הבועה נעה בקו ישר.

ב. לא, אמנם הבועה נעה בקו ישר, אך אין זה ברור אם המהירות קבועה במשך כל זמן התנועה.

ג. הבועה אינה יכולה לנוע כלל במהירות קבועה.

קרא את הוראות הניסוי לפני ביצועו:

א. מדוד בעזרת סרגל את המרחקים של הקטעים המסומנים. רשום את התוצאות בשורה הראשונה של הטבלה המיועדת לרישום המרחק.



ציור 7 ב
ניסוי תנועה של בועת אוויר בנוזל.

ב. העמד את הצינור בשיפוע כמתואר בציור 7ב, כך שהבועה תמצא למטה.

ג. מדוד את הזמנים הדרושים לבועה לעבור מנקודה אחת לאחרת, מ-A ל-B, מ-B ל-C וכו'.

ד. חשב את מהירות הבועה בכל אחד מהקטעים AB, BC וכו'. עשה זאת על ידי חלוקת המרחק בזמן התנועה בכל קטע.

לאילו מכשירי מדידה נוספים תזדקק בשביל מדידותיך? 8

סכם את מדידותיך בטבלה שלפניך:

קטע	AB	BC	CD	DE	EF	
מרחק (מטר)	9	10	11	12	5	13
זמן בכל קטע (שניות)	14	15	16	17		18
מהירות הבועה בכל קטע $(\frac{\text{מטר}}{\text{שניה}})$	19	20	21	22		23

מצא את הממוצע של התוצאות.

ממוצע המהירויות הוא:

$$V = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5}{5}$$

המספרים מ-1 ועד 5 מסמנים את המספר הסידורי של הקטע.

1

ממוצע המהירויות V = $\frac{\underline{\qquad\qquad\qquad}}{5}$

2

ממוצע המהירויות V = $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ______

5. ניסוי (מכ 27): מהירויות קבועות.

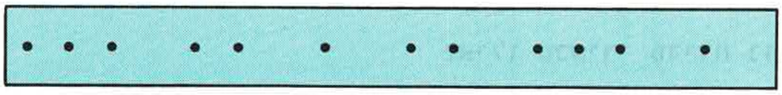
מכ׳ 27

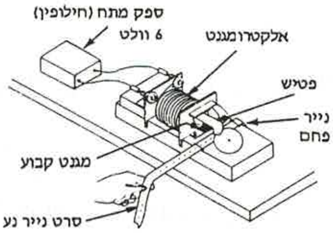
ניסוי זה נועד לבדוק באיזו מידה אתה יכול למשוך סרט נייר במהירות קבועה.

חלק א: "רשם זמן"

לפניך מכשיר הנקרא זמזם או "רשם זמן" (ציור 8).

השחל סרט נייר לחוד הרשם, מתחת לנייר הפחם (נייר העתקה), הפעל אותו במתח חילופין (A.C.) של 6 וולט. כאשר הרשם פועל, משוך את סרט הנייר. על סרט הנייר קיבלת נקודות כדוגמת אלה:



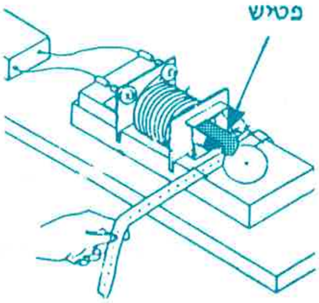


ציור 8
"רשם זמן".

3

למרות שהמרחקים בין הנקודות ______________ (שווים/אינם שווים) רווח הזמן בין שתי נקישות עוקבות הוא קבוע.

כאשר זורם זרם חשמל באלקטרומגנט (בסליל), הפטיש שבתוכו הופך למגנט. כתוצאה מכך נמשך קצהו המחודד אל המגנט הקבוע או מתרחק ממנו.



ציור 9
רשת החשמל מספקת זרם חילופין – המשנה את כיוונו 50 פעם בשנייה. עקב כך הפטיש עולה ויורד.

האלקטרומגנט של רשם הזמן פועל באמצעות זרם חילופין של רשת החשמל הארצית (ציור 9). זרם חילופין נקרא כך משום שזרם החשמל ברשת הארצית משנה תמיד את כיוונו. הזרם משנה את כיוונו 50 פעמים בכל שנייה. השינוי בכיוון הזרימה הוא הגורם לפטיש להמשך למגנט הקבוע או להתרחק ממנו ואגב כך להקיש על סרט הנייר.

הזמן בין שתי נקישות עוקבות של הפטיש הוא קבוע ושווה ל- $\frac{1}{50}$ שנייה או 1 ______ (0.02/0.01) שנייה.

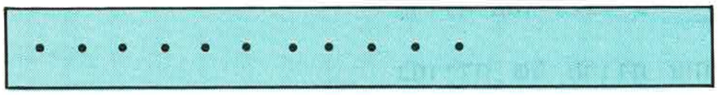
6. חלק ב:

כיצד נוכל להבחין בין קטע של סרט נייר, שנמשך במהירות קבועה ובין זה שנמשך במהירות משתנה?

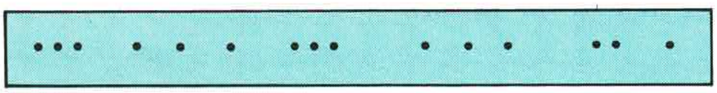
תשובה: במהירות קבועה המרווחים בין 2 נקודות סמוכות בכל קטע חייבים להיות 2 ______ (שווים/שונים) לאורך 3 ______ (כל ה/חלק מה) קטע.

נבדוק איזה מקטעי הסרטים שלהלן נמשכו במהירות קבועה.

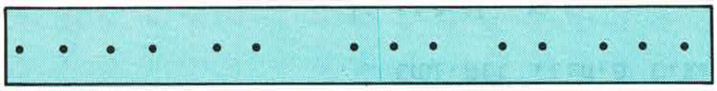
א.



ב.



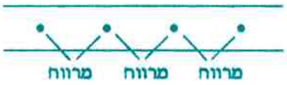
ג.



סרט 4 ______ (א/ב/ג) נמשך במהירות קבועה.

נניח כי הנקודות שעל גבי הסרטים א', ב' ו-ג' סומנו על ידי "רשם זמן", שתואר לעיל.

רווח הזמן בין כל שתי נקודות עוקבות הוא 1 ________ (0.01/0.02) שנייה, או, הזמן של כל מרווח הוא 0.02 שנייה. באיזו מהירות קבועה נמשך סרט א'?



ציור 10
הזמן של כל מרווח 0.02 שנייה.

על פני הסרט הנ"ל יש 2 ____ (10/11) נקודות, כלומר 3 ______ (11/10) מרווחים.

הזמן t, שחלף החל מהנקודה הראשונה שבסרט הנייר ועד לנקודה הסופית, שווה ל:

0.2 שנייה = 4 ____ שנייה · 10 = t

מדוד בסרגל מילימטרי את המרחק X שבין שתי הנקודות הקיצוניות:

5 ______ מטר = 6 ____ ס"מ = X

7 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = $\frac{X}{t}$ = V

8 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = V

מדוע לא מדדנו את המהירות הקבועה על ידי חלוקה של מרווח אחד בלבד ב- 9 ______ (0.02/0.04) שנייה?

במדידה של מרווח אחד יש 10 _______ (דיוק/אי דיוק) רב יותר של מדידת האורך בהשוואה למדידה של 10 מרווחים.

7. חלק ג :

כעת אנו יודעים כיצד פועל רשם הזמן, וידוע כי הפרש הזמן בין נקודה לנקודה סמוכה, או זמן המרווח, הוא 0.02 שנייה. כמו כן אנו יודעים לחשב באמצעות סרט הנייר את גודלה של מהירות קבועה.

ד.1

נעביר עתה סרט נייר מתחת לנייר ההעתקה של הזמזם, נפעיל את הספק ונמשוך את הסרט במהירות קבועה.

אם הניסיון הראשון לא עלה יפה, נבצע את הניסוי פעם נוספת.

נדביק כאן את כל סרטי הנייר. בחר בסרט הנייר בו המהירות נראית לך הכי קבועה, ומדוד אותה:

$V = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ______

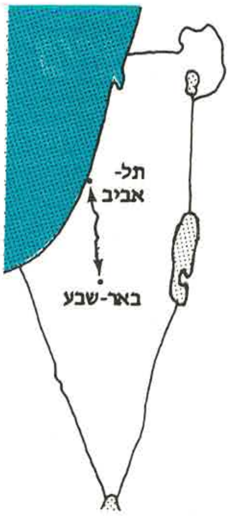
11

ה.1 מהירות ממוצעת

1. מכונית נוסעת מתל אביב לבאר שבע בשעה וחצי. מרחק הנסיעה הוא 120 ק"מ.

האם המחוג של מד המהירות במכונית נשאר במקום קבוע במשך בכל זמן הנסיעה? 1 ______ (כן/לא).

לרוב, מכונית אינה נוסעת כל הזמן במהירות קבועה. השינוי במהירות נוצר בשל שינוי בגודלה, בשל שינוי בכיוונה, או כתוצאה מסטייה מהקו הישר של התנועה.



ציור 11
המרחק בין תל-אביב לבאר-שבע הוא 120 ק"מ.

רשום שלושה מצבים שבהם משתנה מהירות המכונית בשעת הנסיעה:

א. 2 ______________________________

ב. 3 ______________________________

ג. 4 ______________________________

גודל מהירותה של המכונית הנוסעת מתל אביב לבאר שבע וגם כיוונה אינם קבועים, כמובן. במקרה זה מדברים על המהירות הממוצעת שהייתה למכונית בנוסעה מתל אביב לבאר שבע.

מה יש לדעת כדי לחשב את המהירות הממוצעת של המכונית?

יש לדעת את 5 ______ (מרחק הנסיעה/סוג המכונית/נפח המנוע).

כמו כן צריך לדעת את 6 ______ (המהירות המותרת/תצרוכת הדלק/זמן הנסיעה).

2. לו נסעה המכונית שלנו במהירות שגודלה קבוע, על איזה מספר היה מצביע מחוגו של מד המהירות?

פתרון

כתונים

מרחק הנסיעה $X =$ 120 ק"מ

זמן הנסיעה $t =$ ______ שעה 1

מהירות המכונית $V = ?$

$$V = \frac{120}{1.5}$$

$$V = 80\ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$$

מהירות זו היא המהירות הממוצעת $\bar{V}$ של המכונית. מהירות זו קבלנו על ידי ______ 2 (חילוק/מכפלה) של המרחק הכולל שנסעה המכונית ______ 3 (ב/ל) כל הזמן. מהירות המכונית בפועל אינה שווה בהכרח למהירות הממוצעת. לפעמים המהירות גדולה ממנה ולפעמים קטנה. גם אם המכונית נמצאת בחלק מהזמן במנוחה (לפני רמזור לדוגמה), יחשב זמן זה כחלק מזמן התנועה.

נסכם:

מהירות ממוצעת שווה ליחס בין המרחק הכולל שעבר גוף ובין הזמן שהיה דרוש לו לעבור מרחק זה.

עוד מעט אגמור.
נותרו לי עוד
8 ק"מ אחרונים

3. ריצת מרתון נמשכת לאורך של 42 ק"מ. רץ מרתון עבר את המרחק של 18 ק"מ הראשונים במשך 0.9 שעה. את 16 ק"מ הבאים הוא רץ במשך שעה אחת ואת שמונת הק"מ האחרונים הוא רץ במשך 0.6 שעה.

מה הייתה מהירותו הממוצעת של רץ המרתון?

פתרון

הרץ שלנו חילק את 42 הק"מ של ריצת המרתון ל ______ 1

(שני/שלושה) קטעים:

נתונים

18 ק"מ = X_1 קטע ראשון בריצת המרתון

16 ק"מ = X_2 קטע שני בריצת המרתון

8 ק"מ = X_3 קטע שלישי בריצת המרתון

את הקטעים האלה הוא רץ במשך:

0.9 שעה = t_1 זמן קטע ראשון

2 ______ שעה = t_2 זמן קטע שני

▱ ______ 3 = t_3 זמן קטע שלישי

המהירות הממוצעת היא ______ 4 (המכפלה/היחס) בין המרחק ______ 5 (הכולל/החלקי) שעבר הגוף ובין הזמן בו הוא עבר את המרחק הזה.

לכן יש לחבר את ______ 6 (שני/שלושת) הקטעים של ריצת המרתון ולחלק בסכום של כל ______ 7 (המהירויות/ הזמנים).

כלומר:

$$\bar{V} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

הצב:

$\bar{V} =$ ▱ ______ 8

$\bar{V} = \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ______ 9

כזכור:

$1 \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \frac{1}{3.6} \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

המהירות הממוצעת של רץ המרתון הייתה:

$\bar{V} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ______ 10

ה.1

השיא העולמי לשנת 1991 בריצת 100 מטר של קרל לואיס היה 9.86 שניות.

המהירות 1 ______ (הקבועה/הממוצעת) של ריצה זאת היא

2 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

פי כמה גדולה מהירותו של קרל לואיס מן המהירות הממוצעת של רץ המרתון?

3 ______________________________

4. מטוס קונקורד הוא מטוס הנוסעים היחיד, הטס במהירויות גבוהות ממהירות הקול.

מטוס הקונקורד הראשון טס מלונדון לישראל במרץ 1984. זמן הטיסה ארך כ-2.5 שעות. המרחק בין לונדון לישראל הוא כ-3,000 ק"מ.

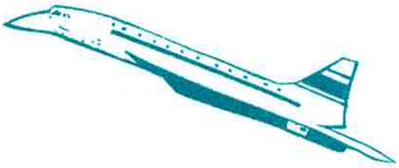
מהירותו הממוצעת של המטוס בטיסה זו הייתה:

4 ______ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \bar{V}$

או 5 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = \bar{V}$

בהנחה שמהירות הקול היא 330 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ בדוק האם המהירות הממוצעת של הקונקורד אכן גדולה ממהירות הקול?

6 ______________________________



ציור 12
מטוס קונקורד – מהירותו הממוצעת היא 1200 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

5. ודאי ידוע לך, שציפורים רבות נודדות ממקום למקום לפי עונות השנה. כך למשל מבלות החסידות את החורף בארצות אפריקה ואת הקיץ באירופה. להקת חסידות שיצאה מאירופה במחצית אוגוסט, הגיעה כעבור חודשיים ליעדה באפריקה. מרחק הנדידה היה 4200 ק"מ. מהי המהירות הממוצעת של הלהקה? (בחישוביך קח בחשבון שבחודש יש 30 יממות).

7 ______ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ = 8 ______ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{יממה}} = \bar{V}$

חסידה יכולה להגיע גם למהירויות של 84 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. פי כמה

גדולה מהירות זו מההירות הממוצעת של להקת החסידות?

1 ____

כזכור:
ביממה 24 שעות.

6. המרחק בין נתניה לתל אביב הוא 30 ק"מ. מכונית נסעה מרחק זה כך:
10 ק"מ היא עברה במהירות של 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. 15 ק"מ במהירות 60 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ו-5 ק"מ במהירות של 50 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. כמו כן שהתה המכונית במנוחה ברמזורים במשך 5 דקות. מהי המהירות הממוצעת של המכונית?

פתרון

2

שוב עלינו לדעת את כל הדרך שעשתה המכונית, שהיא____ (30/10) ק"מ, ואת הזמן הכולל.

כל אחד מקטעי הדרך X נעשה בזמנים שונים.

נתונים

קטע ראשון X_1 = 10 ק"מ

המהירות של קטע ראשון V_1 = 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$

זמן קטע ראשון t_1 = ?

$$t_1 = \frac{X_1}{V_1}$$

3

$$t_1 = \underline{\qquad\qquad} = \frac{1}{9} \text{ שעה}$$

ה.1

נתונים

15 ק"מ = X_2 קטע שני

60 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ = V_2 המהירות של קטע שני

זמן קטע שני $t_2 = ?$

$$t_2 = \frac{X_2}{V_2}$$

$$t_2 = \underline{\qquad}^{\,4} = \frac{1}{4}\ \text{שעה}$$

"המהירות הממוצעת תקטן
אם נחכה פה זמן רב"

נתונים

5 ק"מ = X_3 קטע שלישי

$V_3 = \boxed{\quad}\ \underset{5}{\underline{\qquad}}$ המהירות של קטע שלישי

זמן קטע שלישי $t_3 = ?$

$$t_3 = \frac{X_3}{\underline{\qquad}}\ 6$$

$$t_3 = \underset{7}{\underline{\qquad\qquad}} = \frac{1}{10}\ \text{שעה}$$

חוץ משלושה זמנים אלו, יש לצרף עוד $\overset{8}{\underline{\qquad}}$(10/5) דקות,

$\frac{5}{60}$ שעה, כלומר $\frac{1}{12}$ שעה של מנוחה.

הזמן הכולל הוא: $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$

$$t = \frac{1}{9} + \frac{1}{4} + \frac{1}{10} + \frac{1}{12} = \frac{\ \ +\ \ +\ \ +\ \ }{\qquad\qquad}$$ ⑨

$$t = \frac{49}{90}\ \text{שעה}$$

מכאן שהמהירות הממוצעת היא: $\bar{V} = \frac{X}{t}$

$$\bar{V} = \frac{30}{\frac{49}{90}} = 55\ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$$

7. בתחרות שחייה בסגנון חתירה עבר שחיין מרחק של 100 מטרים ב-54 שניות.

מהירותו הממוצעת של השחיין היא:

① $\bar{V} = \underline{\qquad\qquad}\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

באיזה משלבי השחייה היה לדעתכם השחיין קרוב ל"מהירות הממוצעת" ובאיזה שלב היה רחוק ממנה?

②

____

____

8. מהירותו הממוצעת של הולך רגל היא 5 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. איזה מרחק יעבור ב-1.5 שעה?

③

____

____

____

9. חזור לסעיף 7.ד.1 וחשב מהי המהירות הממוצעת, בה משכנו את סרטי הנייר, במקרים בהם המהירות לא הייתה קבועה.

4

____

____

____

1.1 המהירות וכיוונה

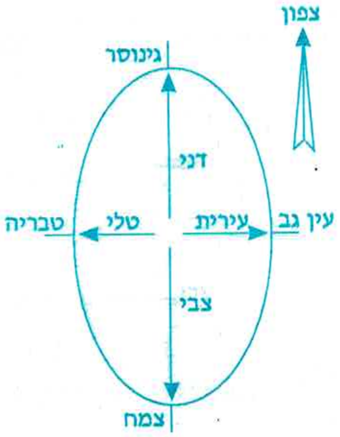
1. ארבעה שייטים של סירות חד מושביות השתתפו במשחק של צופי ים. על כל אחד מהארבעה הוטל לנוע מלב הכינרת לעבר החוף במהירות קבועה של 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

א. האם בהכרח יגיעו כולם לאותו מקום?

1 ________________________________

ב. האם המשימה שהוטלה על השייטים הייתה חד משמעית?

2 ________________________________



ציור 13
תנועה ל-4 רוחות השמיים.

2. ארבעת השייטים, עירית, טלי, דני וצבי, החליטו כל אחד לפנות לכיוון אחר (ציור 13).

עירית, ששייטה לכיוון עין גב, הפנתה את חרטום סירתה 3 ________(מזרחה/דרומה) מנקודת המוצא. טלי, שפנתה לכיוון טבריה, הנמצאת 4 ________ (מזרחה/מערבה) מלב הכינרת, נעה בכיוון 5 ________ (מקביל/הפוך) לזה של עירית.

אם המהירות של עירית הייתה 6 ________ (חיובית/שלילית) אז מהירותה של טלי שלילית. דני שייט 7 ________ (צפונה/דרומה), וצבי נע בכיוון 8 ________ (מקביל/הפוך) לו, כלומר 9 ________ (צפונה/דרומה).

אם מהירותו של צבי הייתה חיובית הרי מהירותו של דני הייתה 10 ________ (שלילית/חיובית).

גודל המהירות של כל אחד מהשייטים היה 11 ________ (קבוע/לא קבוע). כלומר, הם שטו במהירות של 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$, אך כל אחד מהם נע בכיוון 12 ________ (שווה/שונה).

ארבעת הכיוונים שאליהם פנו השייטים הם ארבע רוחות השמים: צפון, דרום, 1 ____ ו 2 ____. האם כיוונים אלו הם כיווני החתירה היחידים האפשריים? נמק!

3 ____

כמה כיווני חתירה קיימים לדעתך?

4 ____

3. ברור איפוא שההוראה שניתנה לקבוצת השייטים לא הייתה חד משמעית. כאשר נאמר להם לנוע במהירות קבועה של 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$, היו חייבים לציין באיזה כיוון יש לנוע. במלים אחרות, המושג הפיסיקלי "מהירות" לא הוגדר במידה מספקת, מפני שלא צוינו שני הדברים המגדירים את המהירות, ערך המהירות וגם כיוונה.

סכם:

א. מהירות יש להגדיר על פי גודלה ועל פי כיוונה.

ב. מהירות V_B, השווה בגודלה למהירות V_A אך הפוכה בכיוונה תצוין כך: $V_B = -V_A$

ז.1 המהירות במדע ובטכנולוגיה

1. מאז ומתמיד הייתה שאיפתו של האדם להגביר את מהירותם של כלי הרכב העומדים לרשותו.

קיימת תחרות בלתי פוסקת בין מפעלים למטוסים, לבנות כלי טיס שמהירותם תהיה הגדולה ביותר.

המהירות הממוצעת של בואינג 707 של חברת אל על היא 900 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ בערך.

לעומת זאת המהירות הממוצעת של המטוס החדיש המיוצר באירופה, הקונקורד, היא 1300 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

כאשר עוסקים במהירות כזו נוהגים להשתמש ביחידת מהירות הנקראת "מאך". מאך היא מהירות הקול.

ראינו כי מהירות הקול היא ______ ¹ (33/330) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

נבטא את המהירות הזאת ב $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. (קרא משמאל לימין).

$$1\ \text{מאך} = 330 \cdot 3.6 = 1188\ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$$

המהירות הממוצעת של הקונקורד ²______ (קטנה/גדולה) יותר מ-1 מאך.

אם נניח כי מהירותו הקבועה של הקונקורד בקטע מטיסתו היא 1.2 מאך, מה גודלה של מהירות זו ב-$\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ וב-$\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$?

______________________________ 3

____

2. המהירות הממוצעת של רקטות הנעות לעבר כוכבים אחרים גדולה בהרבה ממהירותם של מטוסים. היא מגיעה בממוצע ל-5 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}$.

מהירות זו שווה ל:

$$5\ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}} = 5000\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = \underline{\qquad\qquad}^{4}\ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}.$$

מהירות הקול היא 330 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ בערך, לכן מהירות הרקטות היא ______ ⁵ מאך.

I.1

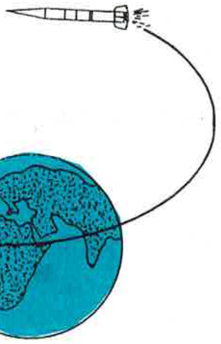
כדי שחללית "תימלט" מכוח המשיכה של כדור הארץ, עליה לצבור מהירות של 11.2 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}$ בערך.

מהירות זאת ניתנת להשגה באופן טכנולוגי, בשלבים, באמצעות מספר רקטות הצמודות לחללית.

באופן כזה ניתן להטיס חללית למרחקים גדולים מאוד מכדור הארץ (ציור 14).

מהירות של 11.2 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}$ נקראת בשם מהירות המילוט.

בטא את מהירות המילוט ביחידות $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ובמאך. 1



ציור 14
כאשר מהירות הרקטה מגיעה ל-11.2 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}$ היא מתרחקת לחלוטין מתחום כוח המשיכה של כדור הארץ.

3. מהירות האור היא ______ 2 $(3\cdot10^3/3\cdot10^5)$ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שנייה}}$. זאת גם המהירות הגבוהה ביותר האפשרית.

מהירות האור קטנה כאשר האור עובר דרך חומרים שקופים. מהירות האור במים, למשל, היא $2\cdot10^5$ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

4. קרא באנציקלופדיה אביב כרך 1 הוצאת מסדה 1976, בערך "אור", סעיף "מהירות האור" בעמוד 123, וענה על השאלות שלפניך:

א. מי היה המדען שמדד לראשונה את מהירות האור?
3

ב. כמה זמן עובר עד שאור השמש מגיע מהשמש אל כדור הארץ?
4

ג. באיזו יחידת אורך מודדים את המרחקים שבין הכוכבים? לכמה ק"מ שווה יחידה זו?
5

5. התמונות המרצדות על פני מסך הטלוויזיה (ציור 15) נוצרות מפגיעות של אלקטרונים מהירים על פני המסך. מהירות תנועת האלקטרונים בתוך "מנורת המסך" היא $10^7 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ בערך.

1

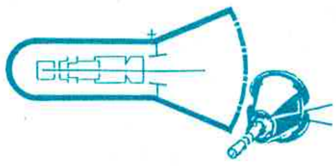
מהירות זאת שווה ל ______ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

פי כמה גדולה מהירות האור ממהירות האלקטרונים בתוך מנורת המסך?

2

____

____



ציור 15
האלקטרונים הפוגעים במסך נעים במהירות השווה בערך ל- $10^7 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

6. קרא באנציקלופדיה בריטניקה לנוער, הוצאת מסדה כרך י' שנת 1977 עמוד 14, בערך "מהירות".

א. מדוע עלינו להגדיר את המושג "מהירות ממוצעת"?

3

____

____

ב. מדוע מהירותה של רכבת צעצוע במסילה עגולה לא תחשב כמהירות קבועה, למרות שהיא נראית קבועה?

4

____

____

סיימת לעבוד בפרק 1. פנה אל רשימת היעדים שבתחילת הפרק. ענה על שאלות הסיכום שלפניך ובדוק אם אכן הושגו יעדים אלו.

1. הסבר את המושג מהירות.

1 ____

____

2. מהי מהירות קבועה?

2 ____

____

3. מהי מהירות ממוצעת?

____

3 ____

4. מהי יחידת המהירות הנהוגה במדע ?

4 ____

____

5. רשום את הקשר:

$1\ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \underset{5}{\_\_\_\_\_\_\_\_} \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}.$

$1\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = \underset{6}{\_\_\_\_\_\_\_\_} \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}.$

6. ספר מה ידוע לך על מהירות האור.

7 ____

____

____

7. ספר מה ידוע לך על מהירות אלקטרונים.

8 ____

____

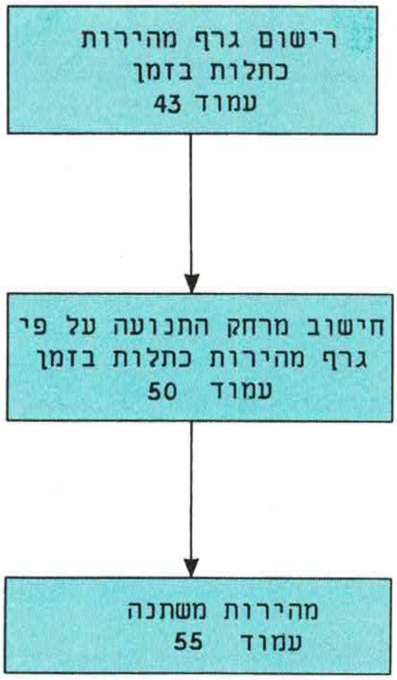
החומר ידוע היטב? פנה למורה לקבל הדרכה לקראת המבחן.

פרק 2

הצגה גרפית של מהירות כתלות בזמן

פרק 2: הצגה גרפית של מהירות כתלות בזמן

תרשים מהלך נושא הלימוד

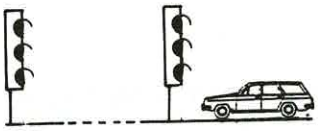

רישום גרף מהירות
כתלות בזמן
עמוד 43
חישוב מרחק התנועה על פי
גרף מהירות כתלות בזמן
עמוד 50
מהירות משתנה
עמוד 55

עם סיום פרק זה אתה אמור:

1. לדעת לבנות גרף מהירות כתלות בזמן.
2. לנתח ולהבין את תנועתו של גוף, כשהיא מתוארת בגרף מהירות כתלות בזמן.
3. לחשב על פי גרף של מהירות קבועה כתלות בזמן, את מרחק התנועה של גוף.
4. לחשב על פי גרף של מהירות משתנה כתלות בזמן את מרחק תנועתו של גוף.

עם סיום הפרק, חזור ובדוק אם הושגו מטרות אלו.

א.2 רישום גרף מהירות כתלות בזמן



ציור 16
מכונית יוצאת ממנוחה
מרמזור 1 ונעצרת ברמזור 2.

1. בטבלה זו מרוכזים נתונים על מהירותה של מכונית כלשהי מרגע שהתחילה לנסוע ברמזור 1 ועד שהגיעה לרמזור 2 (ציור 16).

שים לב שמהירות המכונית נרשמה כל שתי שניות מהרגע בו החלה לנוע.

טבלה 1

24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0	t-זמן (שניות)
0	5	10	15	20	25	25	25	25	20	10	5	0	V-מהירות $(\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}})$

t - מציין את ה ______ 1 (זמן/מהירות) מהרגע שהמכונית התחילה לנסוע מרמזור 1.

V - מציין את ______ 2 (המרחק/מהירות) של המכונית.

2. התבונן בטבלה 1.

בזמן t = 0, שזה זמן ______ 3 (תחילתה/סופה) של התנועה, המהירות היא ______ 4 (25/0) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. הזמן הסופי הוא 5 ______ (24/20) שניות מתחילת התנועה. אז המהירות היא שוב ______ 6 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

הערך המירבי של המהירות הוא ______ 7 (25/20) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
מהירות זו נמדדה בזמנים 8 ______ ______ ______ שניות.

משימתנו היא לרשום את נתוני המהירות והזמן על הנייר המילימטרי שבציור 17. לאחר מכן נסרטט את הגרף המבוסס על נתונים אלו. לשם כך עלינו להיעזר בהדרכה המופיעה בהמשך.

3. הדרכה:

כאשר מבקשים לרשום נתונים מתוך טבלה נתונה על נייר מילימטרי יש לקבוע בראש ובראשונה קנה מידה מתאים לכל אחד מהצירים.

במקרה שלנו עליך לקבוע יחידת אורך קבועה בציר האופקי, המייצג 1 ________ (מרחק/זמן) של שנייה אחת. כמו כן יש לקבוע אורך קבוע בציר האנכי, המייצג 2 ______ (מהירות/מרחק) של 1 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

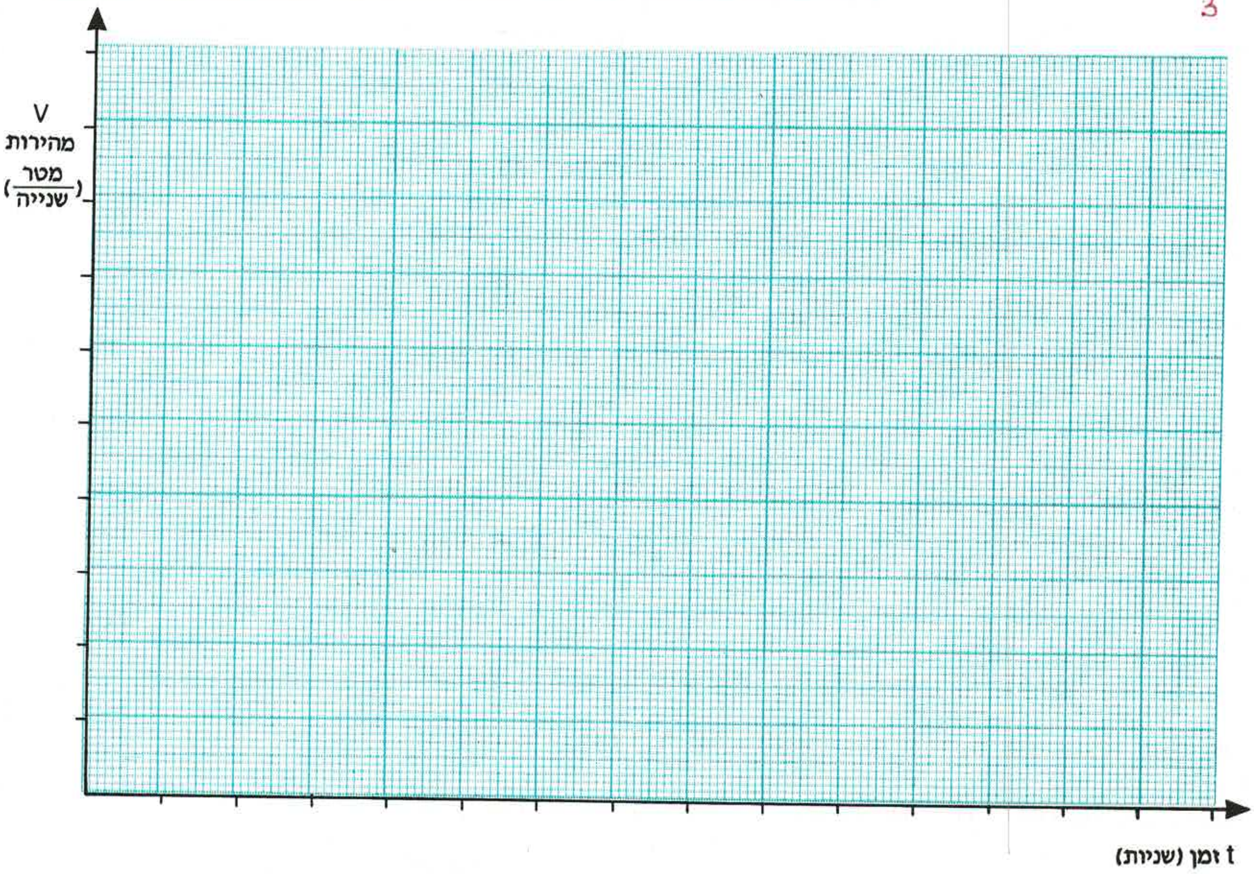
שים לבך!!!

בבחירת קנה מידה יש לזכור:

א. קנה המידה צריך לאפשר רישום של **כל** הנתונים שבטבלה!

ב. על קנה המידה לאפשר ניצול של **רוב הנייר** של הגרף.

3



ציור 17: גרף מהירות מכונית v הנעה בין שני רמזורים כתלות בזמן t

אורכו של ציר הזמן t הוא 1 ______ (15/10) משבצות, שגודל כל אחת מהן הוא 1 ס"מ. מספר השניות שעלינו לשבץ בציר האופקי הוא 2 ______ (24/12) שניות. לפיכך נוח לבחור 3 ______ (10/12) ס"מ עבור 24 שניות. באופן זה יתוארו כל שתי שניות על ידי 1 ס"מ.

נסכם:

מרווח הזמן על הציר האופקי בין סימון אחד לעוקב לו שווה לשתי שניות.

מרווח זה יסומן על ידי חלוקת ציר הזמן לסנטימטרים.

במלים אחרות, כל שתי שניות מתאימות לרווח של 1 ס"מ.

בציר האנכי יש לנו 4 ______ (9/10) ס"מ. המהירות הגבוהה ביותר הרשומה בטבלה היא 5 ______ (25/20) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
נבחר אם כן עבור 10 ס"מ מהירות של 25 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. כל ס"מ יבטא מהירות של 6 ______ (2.5/5) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

נסכם:

בציר האנכי כל ס"מ מתאר מהירות של 2.5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

נסמן עתה את סימוני הזמן והמהירות על הציר האנכי ועל הציר האופקי שבמערכת הצירים שבציור 17.

4. נתבונן בטבלה מספר 1 סעיף 2.א.1. כעבור 6 שניות, למשל, מהירות המכונית היא 7 ______ (25/20) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
עובדה זו מציינים במערכת הצירים על ידי נקודה.

את הנקודה מקבלים באופן זה:

העלה קו אנכי לציר הזמן בנקודה 6 שניות. העבר קו אנכי לציר המהירות בנקודה 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. נקודת המפגש של שני האנכים היא הנקודה המבוקשת. למספרים 6 ו-20 קוראים בשם שיעורי הנקודה, ורושמים אותם כך: (6,20).

משמעות השיעורים שלעיל היא: בזמן 1 ________(20/6) שניות הייתה למכונית מהירות של 2 _____(20/6) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

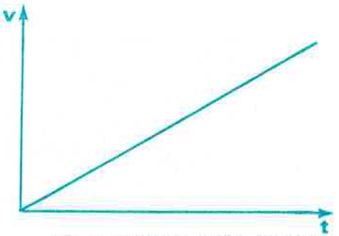
סמן בדרך זו את כל הנקודות המתארות את יתר זוגות השיעורים שבטבלה.

העבר בציור 17 קו שעובר דרך כל הנקודות שרשמת. הקו נקרא בשם גרף המהירות v כתלות בזמן t.

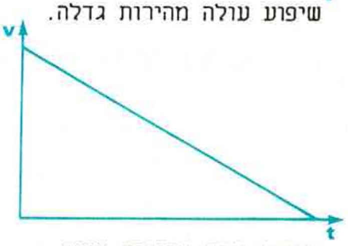
5. התבונן בגרף וענה על השאלות דלהלן:

א. באילו זמנים מתחילת הנסיעה הייתה מהירות המכונית קבועה (מד המהירות הראה כל הזמן אותו מספר)?
הדבר קרה בין השנייה ה 3 _____לשנייה ה 4 _____. המהירות הקבועה של המכונית הייתה 5 ______.
צורת הגרף שמתאר מהירות קבועה הוא קו ישר 6 ________ (אופקי/אנכי).

ב. בין אילו זמנים הגדילה המכונית את מהירותה?
הגרף המתאר את הגדלת מהירות המכונית היא קו ישר בשיפוע 7 ______(עולה/יורד).



שיפוע עולה מהירות גדלה.



שיפוע יורד מהירות קטנה.

ציור 18

א.2

ג. בין אילו זמנים הקטינה המכונית את מהירותה?

הגרף המתאר הקטנת מהירות המכונית הוא קו ישר

בשיפוע______(עולה/יורד). 1

הערה:

על השאלות האחרונות ניתן לענות על פי הנתונים הרשומים בטבלה, אך השימוש בגרף מקל כמובן על המלאכה.

אולם על שתי השאלות שלפניכם אפשר לענות רק לאחר שהגרף כבר צויר, כיוון שנתוניהן אינם מופיעים בטבלה.

א. מה הייתה מהירות המכונית כעבור 5 שניות מתחילת הנסיעה?

____ 2

ב. באיזה זמן נוסף הייתה למכונית מהירות השווה לזו שהייתה לה כעבור 5 שניות מתחילת הנסיעה?

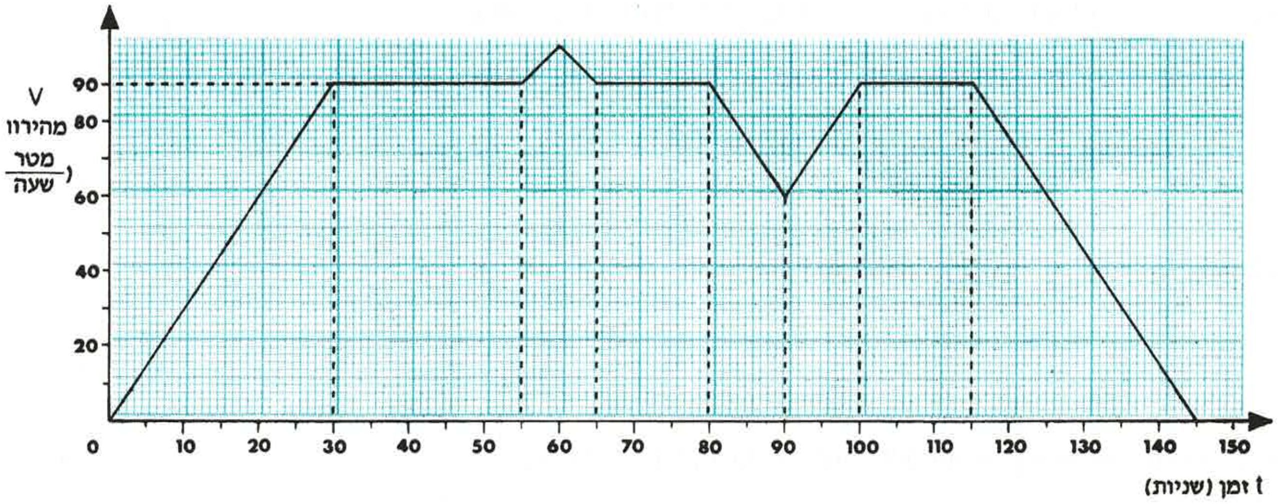
____ 3

על שאלה זו תוכל להשיב אם תעביר קו מקביל לציר הזמן ב"גובה" של מהירות המכונית בשנייה החמישית.

א.2

6. לפניך גרף המתאר מהירות מכונית (אחרת) כתלות בזמן: גם כאן נוכל "לפענח" את סיפור נסיעתה של המכונית מתחילתו ועד סופו.

התבונן בגרף שבציור 19 וענה על השאלות שלהלן:



ציור 19: גרף המתאר מהירות v של מכונית הנעה בכביש בין עירוני כתלות בזמן t

א. בין השנייה 0 ובין השנייה השלושים המכונית
1 ____________ (האיצה/האטה/נסעה במהירות קבועה).

ב. כאשר המכונית נעה במהירות קבועה, המהירות הייתה
2 ______ (90/60) $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. זה קרה בשלושה מרווחי זמן:

1. מ-30 ועד 3 _____ ▱ 2. מ 4 _____ ועד 80 ▱

3. מ-100 ועד 5 ________ ▱

ג. כמה פעמים במשך הנסיעה המתוארת בגרף, הגדיל הנהג את מהירותה של המכונית?
6 ________________________________

90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ היא המהירות 7 ___________ (המזערית/המירבית) המותרת בנסיעה בין עירונית.

ד. בין אילו זמנים נראה שהמכונית שלנו עקפה מכונית אחרת? בין 2______ ובין 1______.

האם היא נסעה אז לפי החוק?

3______________________________________

הסבר כיצד הגעת לתשובה בעזרת הגרף:

4______________________________________

ה. בין אילו זמנים נסעה המכונית אחרי מכונית שהאטה?

בין 5__________ ובין 6__________.

נמק כיצד הגעת לתשובה בעזרת הגרף:

7______________________________________

ו. בין אילו שניות בלם הנהג את המכונית ועצר אותה?

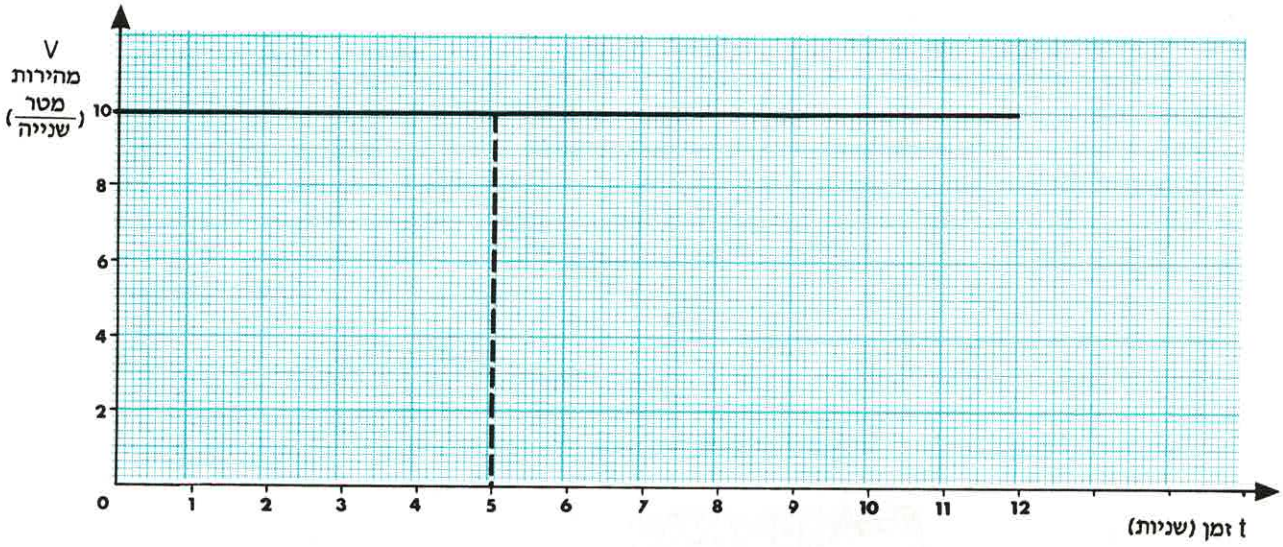
בין 8________ ובין 9________.

2.ב. חישוב מרחק התנועה על פי גרף מהירות כתלות בזמן

1. נלמד עתה כיצד נוכל לדעת מהו המרחק שגוף עובר, על פי גרף המתאר את מהירותו בזמנים שונים.

נדון תחילה בגוף שנע במהירות קבועה בכיוון ישר. הגרף שלפניך מתאר את מהירות הגוף כתלות בזמן. הגרף הוא קו 1______ (ישר/עקום) המקביל לציר ה2______ (מהירות/זמן).

הגרף מתאר גוף שנע במהירות קבועה של 3________ (10/8) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ במשך 4______ (12/5) שניות.



ציור 20: תיאור מהירות גוף הנע במהירות קבועה כתלות בזמן.

המרחק שעובר הגוף שמהירותו מסורטטת בגרף, במשך 5 שניות מתחילת התנועה, מחושב על ידי הנוסחה: 5________ ($X = \frac{V}{t}$/$X = Vt$).

במקרה שלנו:

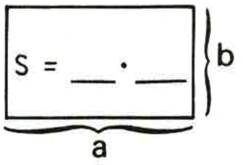
6______שנייה · 7______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = X

X = 50 מטר

2. האם אפשר למצוא את המרחק, שזה עתה חישבנו, גם בעזרת הגרף?

כדי למצוא את המרחק בגרף, ניזכר תחילה במה שלמדנו בהנדסה בנוגע לחישוב שטח מלבן: מלבן שצלעותיו a ו-b (ציור 21) שטחו S יהיה:

$$S = a\cdot b$$



ציור 21
שטחו של מלבן שצלעותיו a ו-b הוא s = a · b.

בגרף שלנו "צלע" אחת של המלבן שווה ל-10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$, וה"צלע" האחרת ערכה 5 שניות.

"השטח" המתקבל הוא מרחק השווה ל-50 מטר.

באותה דרך נמצא באופן הנדסי את המרחק שעבר הגוף במשך 8 שניות.

צלע המלבן המבטאת את המהירות שווה ל____ 1 ▱ .

צלע המלבן המבטאת את הזמן שווה ל______ 2 ▱ .

לכן המרחק שעבר הגוף שווה לשטח המלבן, השווה בערכו ל_______ 3 (80/160) מטר.

3. מהו המרחק המירבי שעבר הגוף? מצא זאת באופן הנדסי לאחר שתסרטט את המלבן המתאים.

המרחק המירבי הוא _______ 4 (120/100) מטר.

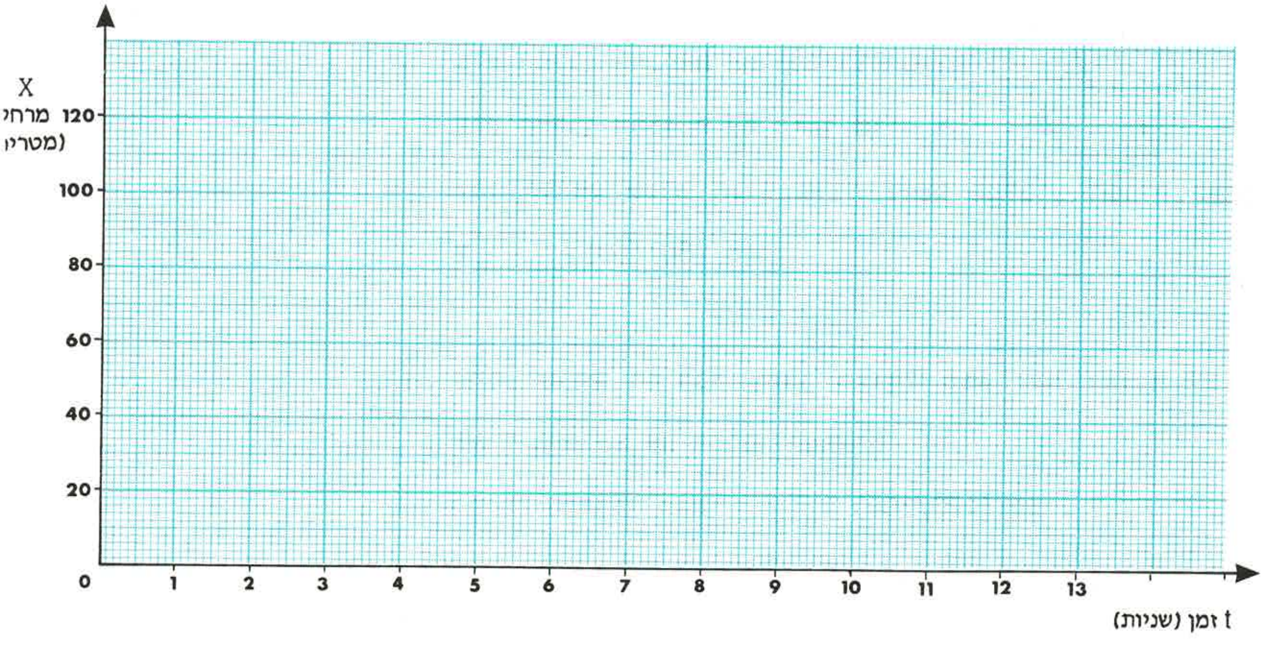
4. מלא את המשימה שלפניך. לאחר שתסיים אותה, פנה למורה לקבלת שקף בקרה ש.מכ. ב.2 כדי להשוות את פתרונך לפתרון הנכון.

סרטט גרף של המרחק X כתלות בזמן t עבור שטחי המלבנים שחישבת בסעיפים 2.ב.2-3.

נסכם את התוצאות שקיבלנו עבור זמן t ומרחק X בטבלה:

12	8	5	0	t (שניות)
120	80	50	0	X (מטרים)

אנו מניחים כי בזמן t = 0, X = 0.

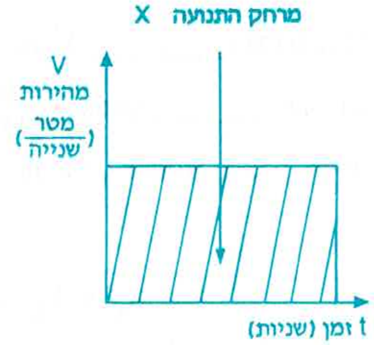


ציור 22: גרף של מרחק X כתלות בזמן t עבור תנועה במהירות קבועה.

מילאת את המשימה? פנה למורה לקבלת שקף הבקרה.

ש.מכ. ב.2

5. תלמיד סיים זה עתה ללמוד, ש"השטח" מתחת לגרף המתאר את המהירות כנגד הזמן שווה למרחק שעבר הגוף. הוא התבקש למצוא את הדרך המירבית שעבר הגוף לפי הגרף שבציור 20, סעיף 2.ב.1.



ציור 23
גרף מהירות v כתלות בזמן t: השטח מתחת לגרף שווה למרחק התנועה.

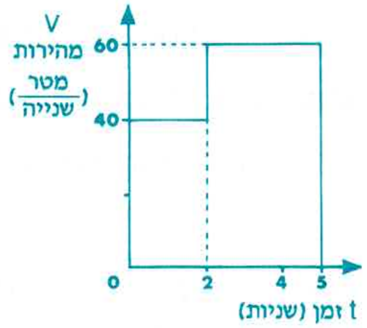
לשם כך הוא לקח סרגל, מדד ומצא כי רוחבו של המלבן שווה ל-5 ס"מ ואורכו של המלבן שווה ל-12 ס"מ. לכן הסיק, שהמרחק שעבר הגוף הוא: 60 ס"מ^2 = 5 · 12. התלמיד 1 ______(טעה/לא טעה) בשיקוליו, מהטעמים האלה:

א. יחידות השטח שהוא חישב היו ב 2 ____(ס"מ^2/ס"מ), והן אינן מבטאות כמובן מרחק של תנועה.

ב. התלמיד 3 ______(לא התחשב/התחשב) ביחידות המצוינות על צירי הגרף.

ג. על פי הגרף, רוחב המלבן מציין 4 ______(מהירות/דרך) ביחידה של 5 ______ ($\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$/$\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$) (ולא אורך קטע בס"מ).
אורכו של המלבן מציין את הזמן המירבי שעבר הגוף ביחידות 6 ______(שעה/שנייה) (ולא אורך קטע בס"מ).
לכן מרחק התנועה הוא:

120 מטר = 7 ___ שנייה · 8 ___ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = X



ציור 24
גרף מהירות v כתלות בזמן t שבו שתי מהירויות קבועות שונות.

6. שאלה: מהו המרחק שעבר הגוף ב-5 השניות המתוארות בגרף (ציור 24)?

לפי הגרף אנו רואים שהגוף נע ב1 ________(שלוש/שתי) מהירויות. האחת של 2 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ במשך 3 ________ שניות. השנייה של 4 _____ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ב5 ______ שניות. המרחק שעבר הגוף, במהירות הראשונה היא:

$X_1 = V_1 \cdot \Delta t_1 = \_\_\_\_ \cdot \_\_\_\_ = \boxed{\quad\quad}\_\_\_\_$ 7 6

הדרך שעבר הגוף, כשנסע במהירות שנייה היא:

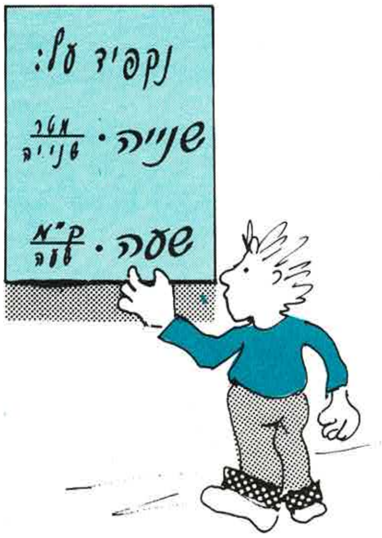
$X_2 = V_2 \cdot \Delta t_2 = \_\_\_\_ \cdot \_\_\_\_ = \boxed{\quad\quad}\_\_\_\_$ 9 8

לכן כל הדרך שעבר הגוף היא:

$X_1 + X_2 = \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ = \boxed{\quad\quad}\_\_\_\_$ 11 10

נסכם:

השטח מתחת לגרף, המתאר את מהירותו של הגוף כנגד הזמן, שווה למרחק שעבר הגוף. יש להקפיד ששני הצירים יהיו רשומים ביחידות תואמות.



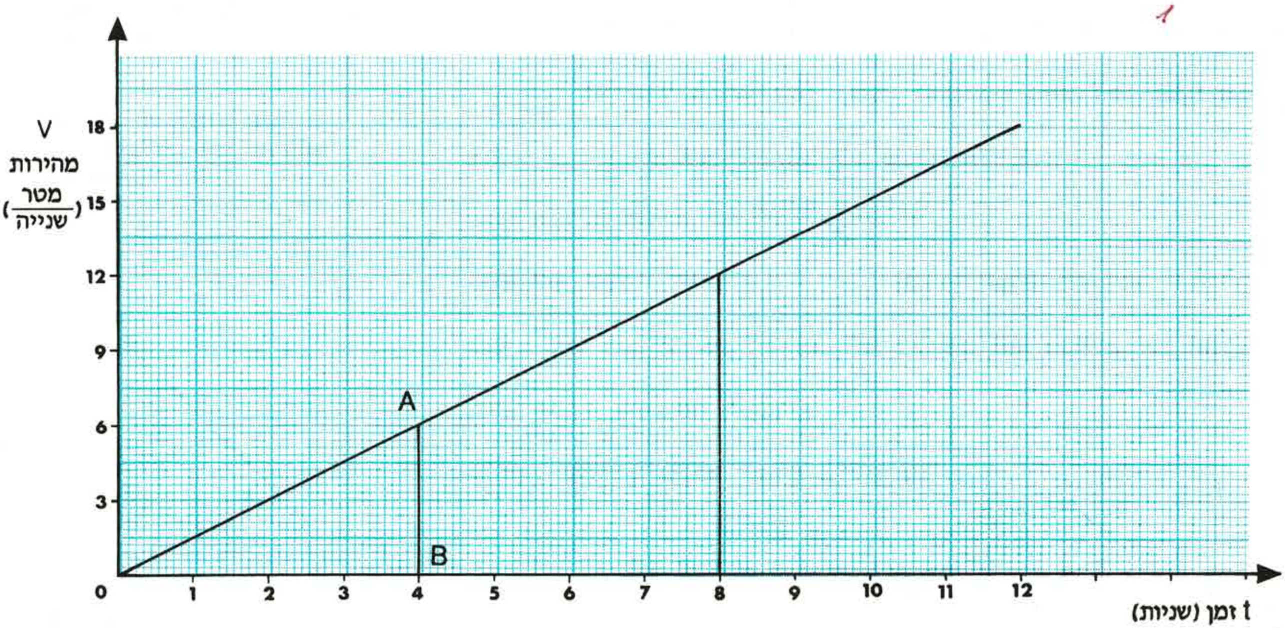
ג.2 מהירות משתנה

1. עד כה טיפלנו במקרים בהם נסעה המכונית במשך פרקי זמן כלשהם במהירות קבועה ובאותו כיוון. חישבנו את "שטח המלבנים", כדי לקבל את מרחק הנסיעה.

מה קורה כשהמכונית שומרת אמנם על כיוונה, אבל משנה כל הזמן את גודל המהירות?

לפניך תיאור גרפי של מהירות כזאת כתלות בזמן (ציור 25).

1



ציור 25: גרף עולה של מהירות v, הגדלה באופן קבוע עם הזמן t.

1

המהירות כאן ________(אינה קבועה/קבועה). המהירות

2

הולכת ו ________ (גדלה/קטנה) עם הזמן.

3 '

בגרף רואים שלאחר 4 שניות מהירות הגוף היא ______ (9/6) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

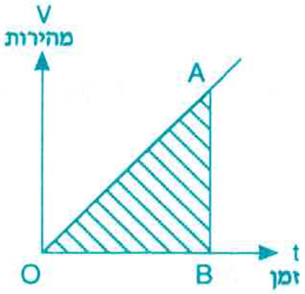
4

לאחר 8 שניות מהירות הגוף היא ______ (15/12) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

5

לאחר זמן כפול המהירות גדלה פי ________ (שניים/שלושה). יחס קבוע כזה בין המהירות לזמן נקרא יחס ישר.

2. מהו המרחק שעבר הגוף במשך 4 השניות הראשונות לתנועתו? גם במקרה זה השטח שמתחת לגרף מבטא את המרחק שעבר הגוף (ציור 26).



ציור 26
גרף מהירות כתלות בזמן:
שטח המשולש שמתחת לגרף
הוא מרחק התנועה.

6

השטח אותו אנו מקבלים עוה מתחת לגרף הוא בעל צורה של ______ (מקבילית/משולש). שטח המשולש המקווקו OAB מבטא

7

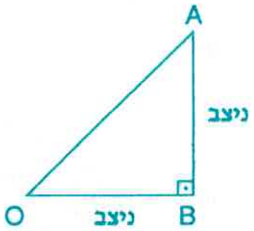
את ______ (המהירות/הדרך) שעבר הגוף.

שטח משולש שווה ל- $\frac{\text{בסיס} \cdot \text{גובה}}{2}$.

8

המשולש שלנו הוא ________ (שווה שוקיים/ישר זווית).

לכן, אם נכפיל את הניצב OB בניצב AB ונחלק את התוצאה ב-2 נקבל את שטח המשולש.



ציור 27
שטח של משולש ישר זווית הוא
מכפלת הניצבים חלקי 2.

מכאן, שהדרך שעבר הגוף שווה ל:

$$X = \frac{4\ \text{שנייה} \cdot 6\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}}{2} = 12\ \text{מטר}$$

3. מהו המרחק המירבי שעבר הגוף? 9

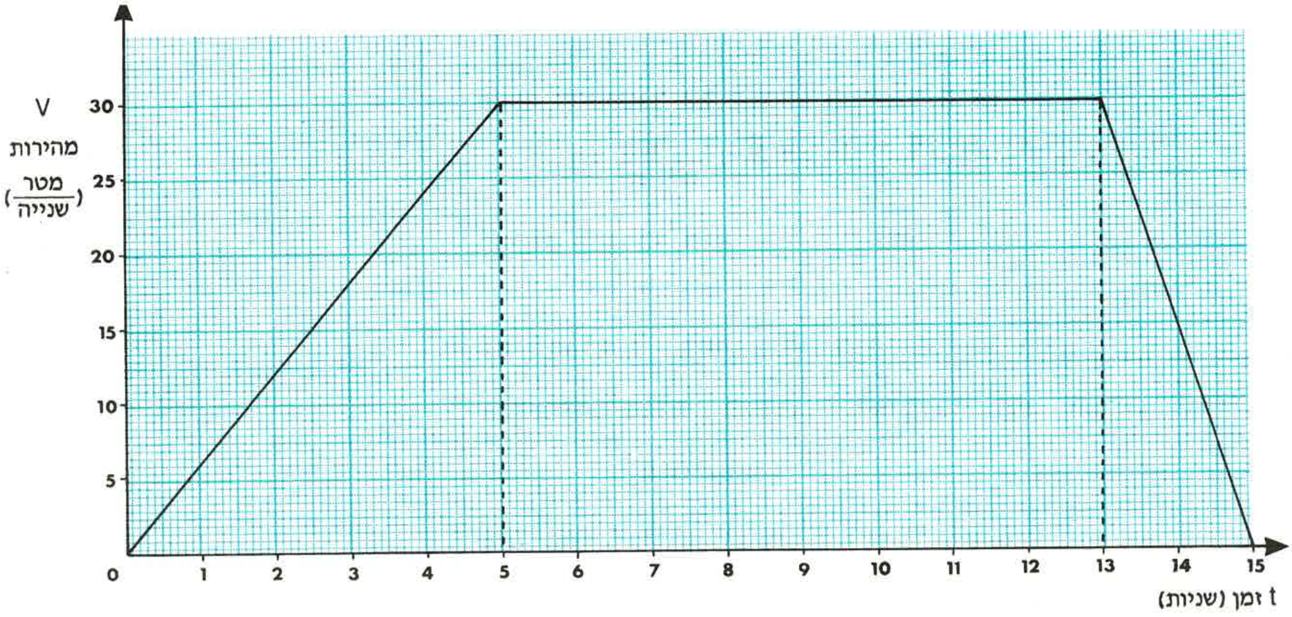
10

המהירות הסופית והמירבית היא ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$, והזמן המירבי הוא ______ שניות.

לכן המרחק המירבי הוא:

$$X = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} \frac{18 \cdot 12}{2} = 108\ \text{מטר}$$

4. לפניך גרף המתאר את מהירותו של גוף כתלות בזמן (ציור
28). מהו המרחק המירבי שעבר הגוף?



ציור 28: גרף המתאר את מהירותו של גוף.
צורת השטח המתקבלת לחישוב המרחק היא טרפז.

1

עד השנייה החמישית מהירות הגוף הולכת ו __________
(קטנה/גדלה). בין ______ 2 ובין ______ 3 שניות נע הגוף
במהירות קבועה של 30 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

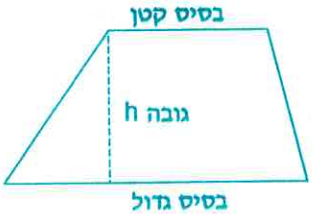
בטווח הזמן שבין 13 שניות ובין 15 שניות. המהירות
הולכת ו ______ 4 (פוחתת/גדלה), עד שהיא מגיעה לאפס.

5

כדי לחשב את המרחק המירבי יש לחשב את כל השטח______
(שמעל/מתחת) לגרף.

6

הצורה הגיאומטרית שמתקבלת היא ________ (מקבילית/
טרפז). שטח הטרפז שווה לסכומם של הבסיס הגדול והבסיס
הקטן, כפול הגובה,לחלק לשניים (ציור 29).



ציור 29
שטח של טרפז הוא מחצית
סכום הבסיסים כפול הגובה.

הבסיס הגדול שווה ל 1 ______ (8/15) שניות.

הבסיס הקטן שווה ל 2 ______ (8/15) שניות.

גובה הטרפז שווה ל 3 ______ (30/25) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

מכאן שהחישוב של המרחק המירבי הוא:

$$X = \frac{8\text{ שניות} + 15\text{ שניות}}{2} \cdot 30\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$$

המרחק המירבי הוא 4 ______ מטר.

גם בחישוב שטח זה היחידה שנייה 5 ______ (הצטמצמה/שווה לאפס). וקיבלנו את המרחק ביחידות 6 ______ (ס"מ^2/מטר).

מהי המהירות הממוצעת של הגוף?

נחזור:

מהירות ממוצעת היא תוצאה של היחס בין המרחק הכולל לזמן הכולל.

כלומר:

נתונים

מרחק התנועה הכולל $X =$ ______ 7

זמן התנועה הכולל $t =$ 15 שניות

מהירות ממוצעת $\bar{V} = ?$

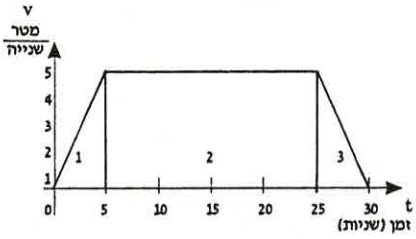
$$\bar{V} = \frac{X}{t}$$

$\bar{V} =$ ______ 8

$V =$ ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ 9

5. לפניך גרף (ציור 30) המתאר את מהירותו של רוכב אופניים כתלות בזמן:

המהירות נמדדת ביחידות של $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ והזמן נמדד בשניות.



ציור 30
גרף המתאר מהירות רוכב אופניים v כתלות בזמן t.

א. מהו המרחק X_1 שעבר רוכב האופניים ב-5 השניות הראשונות לתנועתו?

לשם פתרון השאלה עלינו לחשב שטח של 1 ____ (מלבן/ משולש) המסומן בציור מספר 30 כשטח מספר 1.

המשולש הוא 2 ____ (שווה שוקיים/ישר זווית), שהניצבים שלו הם 5 ▱ 3 ו-5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

ה"שטח" הוא 4 ____ ▱ = $\frac{\quad}{2}$ = X_1

המרחק שעבר רוכב האופניים הוא 5 ____ מטר.

ציור 31
מהירות קבועה (ממוצעת) של רוכב אופניים היא 5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

ב. מהו המרחק X_2 (המסומן בציור כשטח מספר 2) שעבר רוכב האופניים בנוסעו במהירות 6 ____ (משתנה/ קבועה)?

חלק הגרף, המתאר מהירות קבועה,הוא קו ישר המצויר 7 ____ (בזווית/במקביל) לציר הזמן.

יש לחשב את שטח המלבן המסומן במספר 8 ____ (2/3), שאורכו 9 ____ ▱ ורוחבו 10 ____ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

"שטח" המלבן הוא: 11 ____ ▱ = ____ · 5 = X_2

המרחק שנסע רוכב האופניים במהירות קבועה הוא:

X_2 = מטר 12 ____

ג. מהו המרחק X_3 (המסומן בציור כשטח מספר 3) שעברו האופניים במהלך עצירתם?

שטח 13 ____ (המלבן/משולש) המסומן ב-3 מתאר את המרחק שעשה רוכב האופניים, כשהוא 14 ____ (מגביר/

מקטין) את מהירותו עד לעצירה.

שטח זה הוא שוב שטח של משולש ____________ 1 (שווה שוקיים/ישר זווית).

אורך הניצב האנכי הוא 2 ______ (3/5) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

אורך הניצב האופקי הוא 3 ______ (10/5) שניות.

לכן "שטח" המשולש הוא:

$$25\ \text{מטר} = 5\ \text{שנ'} \cdot 5\ \frac{\text{מ'}}{\text{שנ'}} = X_3$$

ד. מהו המרחק הכולל X שעבר רוכב האופניים מהרגע בו התחיל לנוע ועד שעצר?

אפשר ______ 4 (לחסר/לצרף) את המרחק X_3 לסכום המרחקים X_1 ו-X_2, שכבר חישבנו, ולקבל את מרחק הנסיעה הכולל.

אבל נוכל לחשב גם בדרך אחרת. אפשר לחשב את שטח 5 ______(המלבן/הטרפז) המבטא את כל מרחק הנסיעה.

בסיסו הגדול של הטרפז 6 _____ (20/30) שניות.

בסיסו הקטן של הטרפז 7 _____ (30/20) שניות.

גובה הטרפז 5 8 ______ ($\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$/$\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$).

שטח הטרפז הוא:

9 ______ = 10 ______ $\frac{(30 + \_\_\_\_\_\_\ 11)}{2}$

לכן כל המרחק שעבר רוכב האופניים הוא:

X = ▱______ 12

ה. מהי המהירות הממוצעת של רוכב האופניים?

המהירות הממוצעת $\bar{V}$ היא היחס בין המרחק הכולל, שעבר רוכב האופניים ובין כל זמן תנועתו.

המרחק הוא 1 ____ מטר והזמן הוא 30 ____ 2 ▱

לכן:

$$\underline{\quad\quad}^{3}\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = \underline{\quad\quad}^{4} = \bar{V}$$

ו. המהירות הממוצעת היא אותה מהירות 5 ______(קבועה/ משתנה), בה היה על הרוכב לנוע, כדי לעבור במשך כל זמן הנסיעה, 30/ 6 ▱, את כל המרחק 7 _____ מטר.

סרטט בגרף שבציור 30 ישר המבטא את המהירות הנ"ל.

מה משמעות השטח שהתקבל תחת אותו קו?

8 ________________________________

סיימת לעבוד בפרק 2. פנה אל רשימת היעדים שבתחילת הפרק, ענה על שאלות הסיכום שלפניך ובדוק אם אכן הושגו יעדים אלו.

1. כיצד מוצאים מרחק תנועה על פי גרף מהירות כתלות בזמן?

9 ________________________________

____

2. היחידה שמקבלים בחישוב המבוצע בשאלה 1 היא יחידה של 10 ________ (מהירות/מרחק) הסבר:

____

____

____

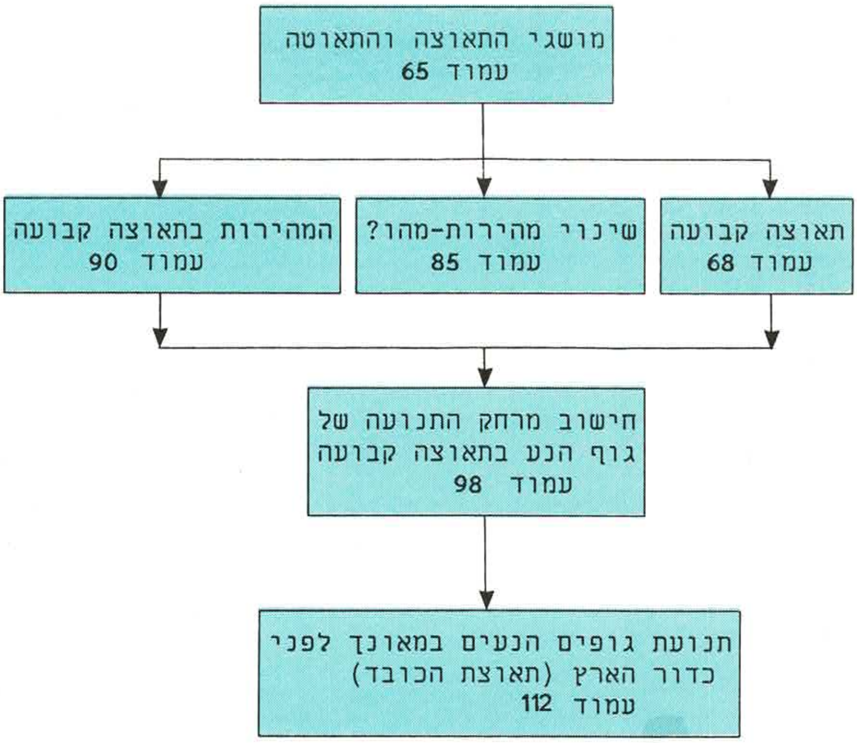
החומר ידוע היטב? פנה למורה כדי לקבל הדרכה לקראת מבחן.

פרק 3

תאוצה ותאוטה

פרק 3: תאוצה ותאוטה

תרשים מהלך נושא הלימוד


מושגי התאוצה והתאוטה
עמוד 65
תאוצה קבועה
עמוד 68
שינוי מהירות-מהו?
עמוד 85
המהירות בתאוצה קבועה
עמוד 90
חישוב מרחק התנועה של
גוף הנע בתאוצה קבועה
עמוד 98
תנועת גופים הנעים במאונך לפני
כדור הארץ (תאוצת הכובד)
עמוד 112

עם סיום פרק זה אתה אמור:

1. להבין את המשמעות של תאוצה חיובית ושלילית (תאוטה).
2. לדעת לנתח גרפים של מהירות כתלות בזמן עבור תאוצה קבועה.
3. להבין את ההגדרה הכוללת של מהירות, כלומר, הגדרת מהירות באמצעות גודלה וכיוונה.
4. לדעת לחשב את מהירותו של גוף הנע בתאוצה קבועה.
5. לדעת לחשב את מרחק תנועתו של גוף הנע בתאוצה קבועה.
6. להכיר את תאוצת הכובד ואת התנועות של הגופים הנעים במאונך לכדור הארץ.

עם סיום הפרק, חזור ובדוק אם הושגו מטרות אלו.

3.א מושגי התאוצה והתאוטה

1. לפניכם תיאור מילולי של שלושה שלבים בתנועתו של אוטובוס הנוסע כל הזמן באותו כיוון:

א. האוטובוס התחיל לנוע ממנוחה והגיע בתוך 20 שניות למהירות של 72 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

ב. אחר כך הראה המחוג של מד המהירות 72 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ במשך 30 שניות נוספות.

ג. הנהג לחץ על דוושת הבלמים ועצר את האוטובוס בתוך 6 שניות.

מהירות קבועה?
תאוצה?
תאוטה?

- באיזה משלבי הנסיעה הגדיל הנהג את מהירות האוטובוס? 1 ______ (א/ב/ג).

  מחוג מד המהירות בשלב זה:

  2 ____________________ (עלה/ירד/נשאר במקום אחד).

- באיזה משלבי התנועה נסע האוטובוס במהירות קבועה?

  3 _____ (א/ב/ג).

  מחוגו של מד המהירות בשלב זה 4 ____________________

  (עלה/ירד/נשאר במקום אחד).

- באיזה שלב הקטין הנהג את מהירות האוטובוס?

  5 ______ (א/ב/ג). מחוגו של מד המהירות בשלב זה

  6 ____________________ (ירד/עלה/נשאר במקום אחד).

2. לפניך שלושה מושגים: תאוצה, מהירות קבועה ותאוטה.
השתמש בהם להשלמת המשפטים האלה:

בשלב א' האוטובוס נע ב 7 ______________ (תאוצה/תאוטה/מהירות קבועה).

3.א

1
בשלב ב' האוטובוס נע ב______________ (תאוטה/מהירות קבועה/תאוצה).

2
בשלב ג' האוטובוס נע ב______________ (מהירות קבועה/ תאוטה/תאוצה).

בשלב בו נע האוטובוס בתאוצה - המהירות כל הזמן 3 ________ (גדלה/קטנה). בשלב בו נע האוטובוס במהירות קבועה מחוג המהירות 4 ____________ (עלה/ירד/נשאר במקום אחד).

נסכם:

אם מהירותו של הגוף גדלה, הגוף נע בתאוצה.

תאוצה <=> מהירות גדלה.

אם מהירות הגוף קטנה, הגוף נע בתאוטה.

תאוטה <=> מהירות קטנה.

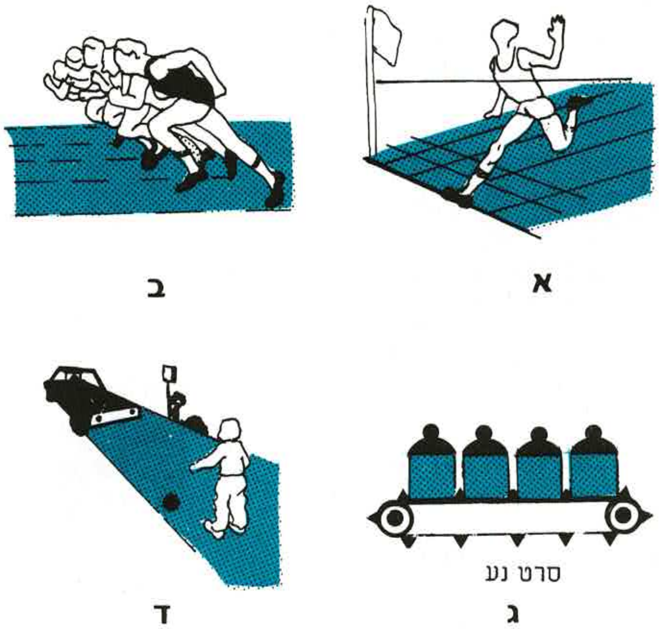
3. השלם את הטבלה שלפניך:

המקרה	מצב התנועה (תאוצה/תאוטה/ מהירות קבועה)
א. אוטובוס יוצא מתחנה	5
ב. מטוס הנע על מסלול לקראת המראה	6
ג. שחיין מתקרב לשפת הבריכה	7
ד. רכבת מתקרבת לתחנה	8
ה. זרם המים במוביל הארצי	מהירות קבועה

4. רשום ליד כל אחת מהתמונות שבציור 32 את סוג התנועה:

תאוצה, תאוטה, מהירות קבועה.

①



ציור 32
תנועות שונות בתאוצה, בתאוטה ובמהירות קבועה.

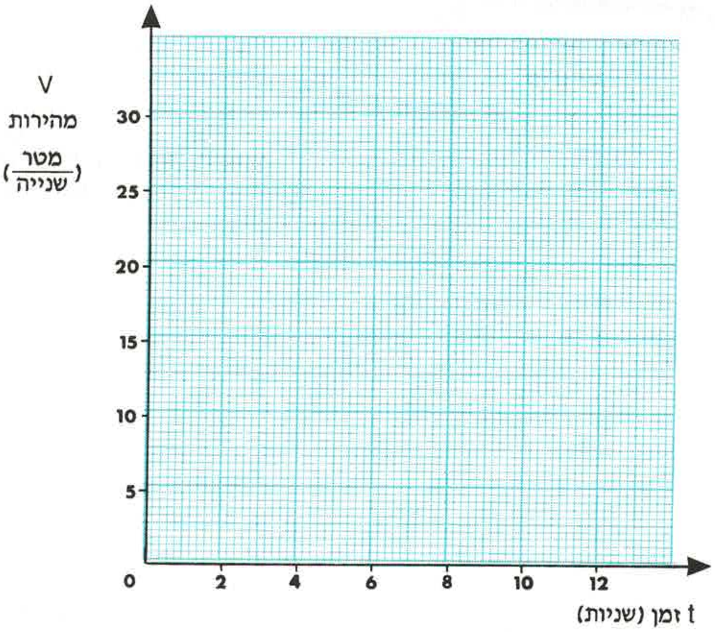
ב.3 תאוצה קבועה

1. בטבלה שלפניך נתונה מהירותה של מכונית הנעה בכביש ישר, כתלות בזמן. המהירות נרשמה בכל שתי שניות, החל מתחילת התנועה (t=0) ועד לשנייה ה-12 לתנועתה.

12	10	8	6	4	2	0	זמן (שניות)
30	25	20	15	10	5	0	מהירות $(\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}})$

סרטט על הנייר המילימטרי המצורף את הגרף המתאר את מהירות המכונית כתלות בזמן (ציור 33).

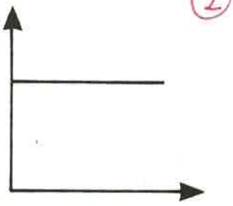
①

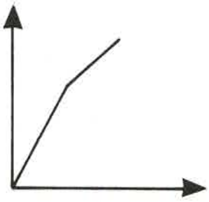


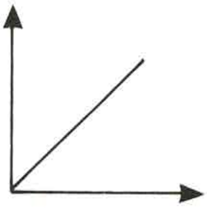
ציור 33: גרף מהירות מכונית הנעה בקו ישר כתלות בזמן.

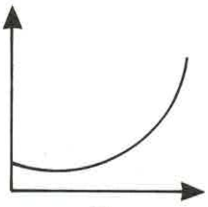
צורת הגרף שקיבלת היא (סמן מעגל סביב התשובה הנכונה):

②


א


ב


ג


ד

2. א. התבונן בגרף. האם מהירות המכונית היא קבועה?

1 ______(כן/לא).

2

ב. הגרף מראה שככל שעובר הזמן המהירות הולכת ו______

(גדלה/קטנה). כלומר, יש למכונית 3 ______ (תאוצה/

תאוטה).

4

הקו שסרטטנו הוא קו ______ (עקום/ישר) עולה.

3. נחשב בכמה $\frac{\text{מטרים}}{\text{שנייה}}$ גדלה המהירות מתחילת התנועה ($t_0=0$)

ועד לזמן של שתי שניות (2 שניות = t). כלומר, מהו

שינוי המהירות במשך מרווח זמן Δt השווה ל:___(4/2)

שניות.

המהירות ההתחלתית V_0 היא 5 ___ (0/5) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

המהירות V לאחר שתי שניות היא 6 ___ (0/5) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

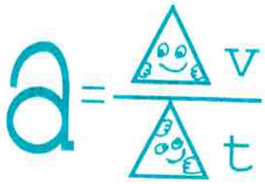
לכן שינוי המהירות ΔV הוא 7 ___ (10/5) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

שינוי מהירות ΔV של 5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ התקבל עבור מרווח זמן

Δt של 8 ___ (4/2) שניות.

אם כן במרווח זמן של 1 שנייה המהירות גדלה ב______

(2.5/5) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.



איזו פעולת חשבון עשית? (סמן את התשובה הנכונה):

9 א. $\Delta V \cdot \Delta t$ ב. $\frac{\Delta t}{\Delta V}$ ג. $\frac{\Delta V}{\Delta t}$.

> שינוי מהירותו של גוף בכל שנייה נקרא התאוצה של הגוף.

4. נבדוק את תאוצת המכונית שלנו בין השנייה השמינית (8 שניות = t_o) ובין השנייה ה-12 לתנועתה (1 ____ שניות = t). (שים לב כי הזמן ההתחלתי במקרה זה הוא הזמן: 8 שניות = t_o).

המהירות V_o ב: 8 שניות = t_o, היא 2 ____ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

המהירות V ב: 12 שניות = t, היא 3 ____ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

לכן שינוי המהירות ΔV במרווח הזמן Δt הזה של 4 שניות (4 שניות = 12-8 = Δt), הוא 4 ___(10/5) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

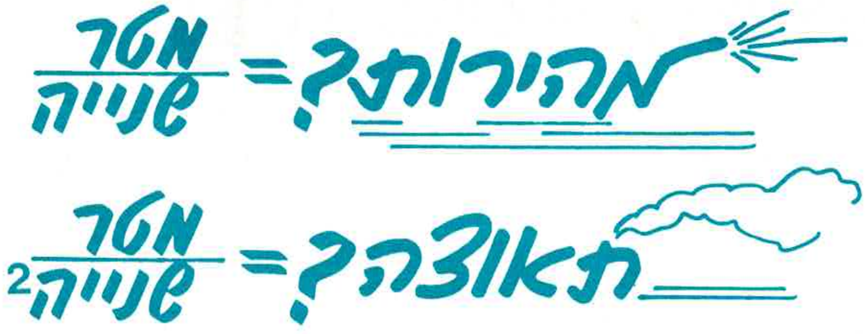
כלומר, במרווח זמן של 1 שנייה שינוי המהירות הוא גם 2.5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. בשני פרקי הזמן שבחרנו הייתה אותה ה 5 __________ (תאוצה/מהירות). הקו שלנו הוא קו 6 ______ (עקום/ישר) עולה והוא מתאר תנועה ב 7 _________ (תאוצה/תאוטה) חיובית קבועה.

את שינוי המהירות ΔV (10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$) חילקנו במרווח הזמן Δt (4 שניות), לכן התאוצה היא:

$$\frac{10\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}}{4\ \text{שניות}} = \frac{2.5\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}}{\text{שנייה}} = 2.5\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$$

שימו לב ליחידת התאוצה $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$. באופן חשבוני מקבלים אותה כך:

$$1\,\frac{\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}}{\frac{\text{שנייה}}{1}} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} : \frac{1}{\text{שנייה}} = 1\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$$



נסמן את התאוצה באות a (a היא התחלת המלה acceleration, שפירושה באנגלית תאוצה).

את שינוי המהירות סימנו ב-$\triangle V$. את מרווח הזמן בו חל שינוי המהירות סימנו ב-$\triangle t$. את התאוצה a חישבנו על ידי הנוסחה:

$$\boxed{a = \frac{\triangle V}{\triangle t}}$$

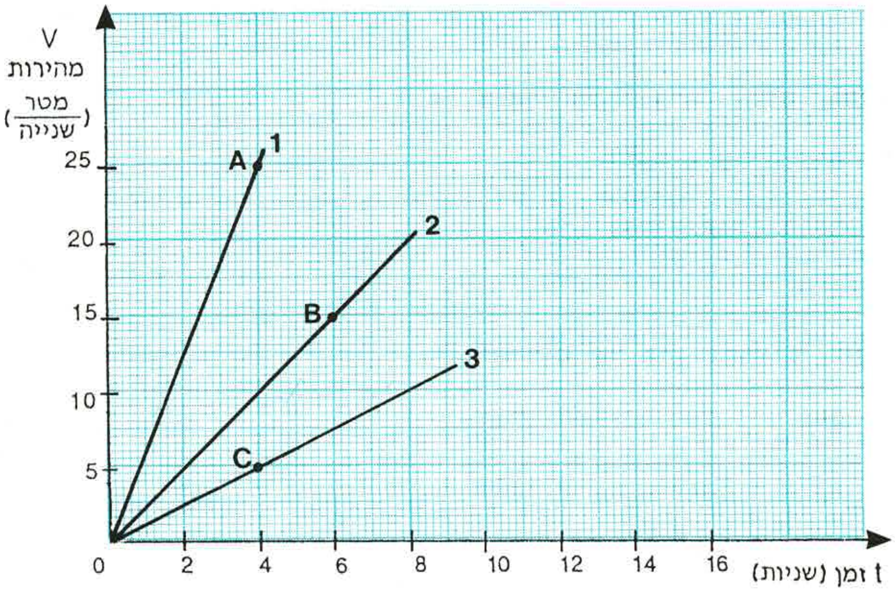
כסכם:

א. הגדרה: תאוצה היא שינוי המהירות במרווח של יחידת זמן אחת.

ב. יחידת התאוצה היא $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ ומשמעותה שינוי מהירות של 1 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ במרווח זמן של שנייה אחת.

ג. גרף של מהירות כתלות בזמן, הנראה כקו ישר עולה, מתאר תנועה בתאוצה חיובית קבועה.

5. לפניך שלושה גרפים (ציור 34) המתארים את מהירותן של שלוש מכוניות שונות, המתחילות לנוע כל אחת ב-$t = 0$.



①

ציור 34: גרפים המתארים את המהירות של שלוש מכוניות הנעות בתאוצות שונות כתלות בזמן.

ג.3

נחשב את התאוצות של שלוש המכוניות על פי הגרפים 1, 2, 3. נתבונן בגרפים ובערכים של הנקודות A, B ו-C.

לשלוש המכוניות מהירות התחלתית $V_o=0$ בזמן $t_o=0$, לכן תאוצות a שווות ל:

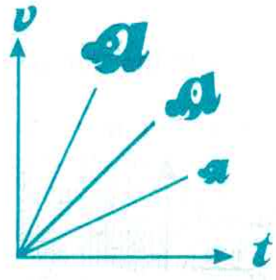
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - 0}{t - 0} = \frac{V}{t}$$

$$(\text{נקודה A})\quad a_1 = \frac{25\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}}{\underline{\quad}\,1\ \text{שניות}} = 6.25\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$$

$$(\text{נקודה B})\quad a_2 = \frac{\underline{\quad}\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}}{6\ \text{שניות}}\ 2 = 2.5\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$$

$$(\text{נקודה C})\quad a_3 = \underline{\qquad\qquad}\ 3 = 1.25\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$$

6. א. מבין הגרפים המצוירים במערכת צירים זו (ציור 34) התלול ביותר הוא 4 _____ (3/2/1).



ב. למכונית המתוארת בגרף מספר 1 יש גם 5 _________ (התאוצה/המהירות) הגדולה ביותר.

ג. מכאן שלמכונית בעלת התאוצה הגדולה ביותר של 6 _______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ שייך גרף של קו ישר בעל השיפוע ה 7 _______ (גדול/קטן) ביותר.

ד. השיפוע של הקו המתאים למכונית 2 גדול מהשיפוע של הגרף המתאים למכונית מספר 8 _____ (1/3), וקטן מזה של מכונית 9 ____ (3/1).

ה. התאוצה של מכונית 2, שהיא 1 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$, גדולה

מהתאוצה של מכונית מספר 2 ______(1/3), שהיא

3 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$, תאוצת מכונית 2 קטנה מהתאוצה של

מכונית מספר 4 ______(1/3), שהיא 5 ______ ▱.

מסקנה:

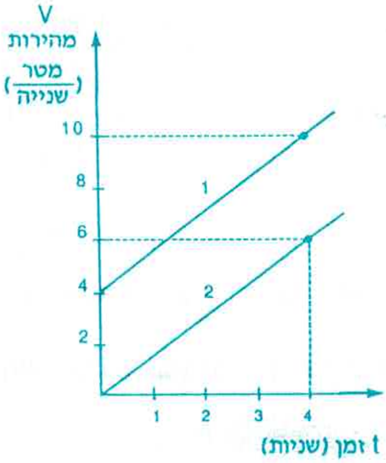
באותה מערכת צירים המתארת מהירות v כתלות בזמן t:

א. לגרף של קו ישר בעל שיפוע גדול יש תאוצה קבועה גדולה.

ב. לגרף של קו ישר בעל שיפוע קטן יש תאוצה קבועה קטנה.

ג. ככל שהקו הישר תלול יותר התאוצה גדולה יותר.

7. לפניך שני גרפים, המתארים את המהירות כתלות בזמן של שתי מכוניות (ציור 35).



ציור 35
קווים ישרים שונים המתארים תאוצות שוות.

בזמן t = 0 מהירות המכוניות הייתה שונה. למכונית 1 הייתה מהירות של 6 ___ (0/4) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. מהירות מכונית 2 הייתה 7 ____(0/4) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

שני קווים אלה 8 ______ (מאונכים/מקבילים) זה לזה!!

נחשב את התאוצה a_1 של מכונית 1:

בזמן $t_0 = 0$, מהירות מכונית 1 היא: 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V_0$.

בזמן: 4 שניות = t, מהירות מכונית 1 היא: 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V$.

מכאן:

$$a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 - 4}{4 - 0} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}\ 1.5$$

מהי התאוצה של מכונית 2? האם נוכל להשיב לשאלה זאת גם ללא ביצוע פעולה חשבונית?

1

____

אם לא הגעת למסקנה, חשב את התאוצה a_2.

$$a_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \overset{2}{\_\_\_\_\_\_\_\_} = 1.5 \, \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$$

לשתי המכוניות תאוצה ^{3}_______ (שווה/שונה).

באותה מערכת צירים המתארת מהירות כתלות בזמן, לתאוצות קבועות שוות - יש שיפוע שווה.

8. איכותה של מכונית נקבעת, בין השאר, על פי התאוצה שהיא מסוגלת לפתח.

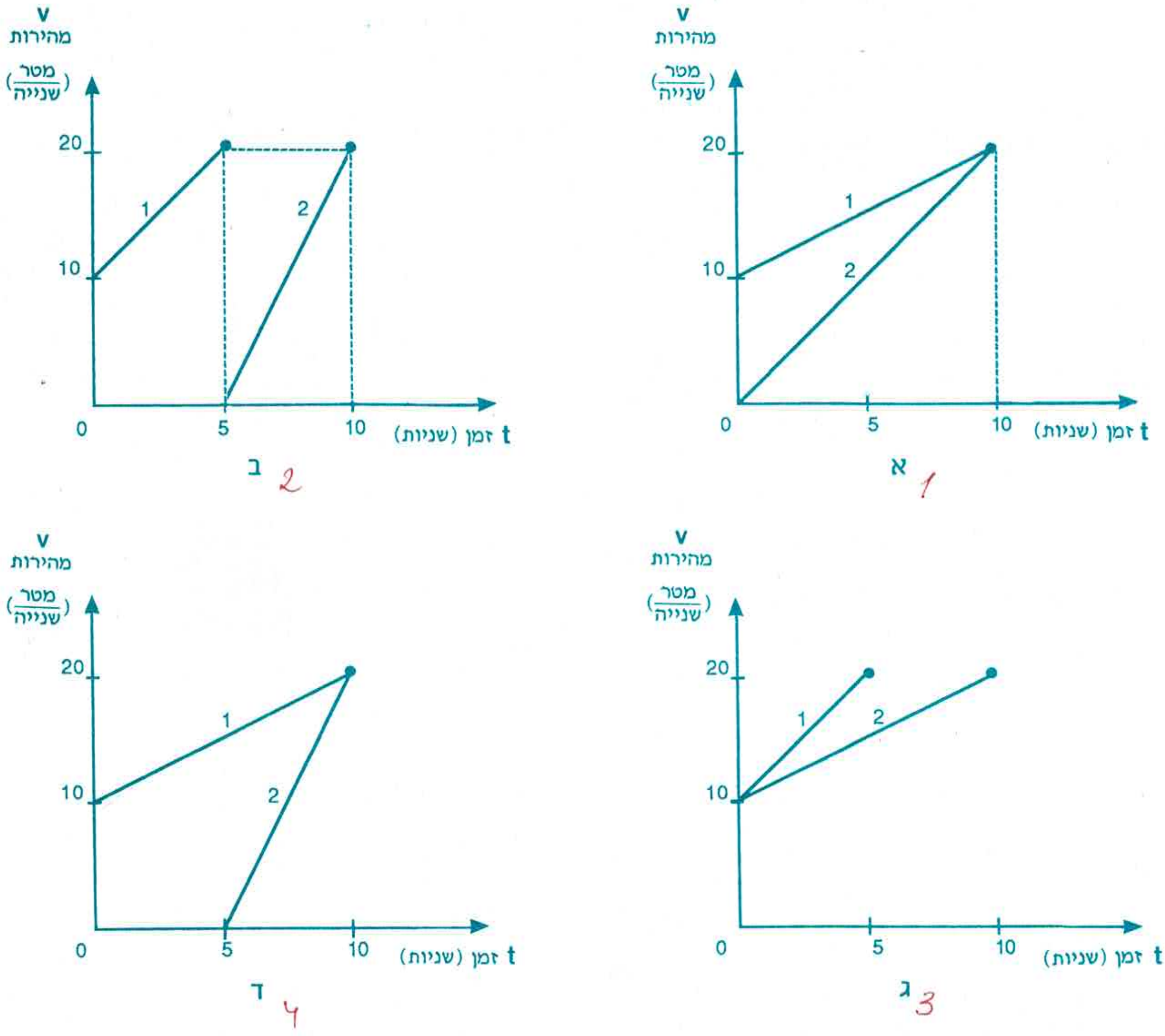
בין כלי רכב המורכבים במפעלים שונים נקבעה תחרות תאוצות. נהגי המכוניות המתחרות נדרשו להגביר את מהירות מכוניותיהם מ-10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ל-20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

מכונית 1 עשתה זאת במשך 5 שניות.

מכונית 2 עשתה זאת במשך 10 שניות.

א. איזה מבין הגרפים המסורטטים בעמוד הבא מראה את תלות המהירות בזמן של שתי המכוניות המוזכרות למעלה?

סמן במעגל את התשובה הנכונה :



ציור 36
ארבעה תיאורים גרפים של תאוצות שונות.

ב. נתבונן בסרטוט ג'. איזה משני הגרפים מתאר תאוצה גדולה יותר? נמק.

5 ____

גרף 1 מתאר תאוצה גדולה יותר, מאחר והשיפוע שלו
גדול יותר.

ג. חשב את התאוצות של כל אחת מהמכוניות.

1

עבור מכונית 1 מרווח הזמן המסורטט הוא ___ (10/5)
שניות. שינוי המהירות הוא 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

2

לכן: $a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = $ ____________

3

$a_1 = 2\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

4

עבור מכונית 2, מרווח הזמן המסורטט הוא ____ (10/5)
שניות. במרווח זמן זה אותו שינוי מהירות של

5

________ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

6

$a_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = $ __________

7

$a_2 = 1\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

9. מלא את המשימה שלפניך. לאחר שתסיים אותה פנה למורה לקבלת שקף בקרה ש.מכ. ב.3 כדי להשוות את פתרונך לפתרון הנכון.

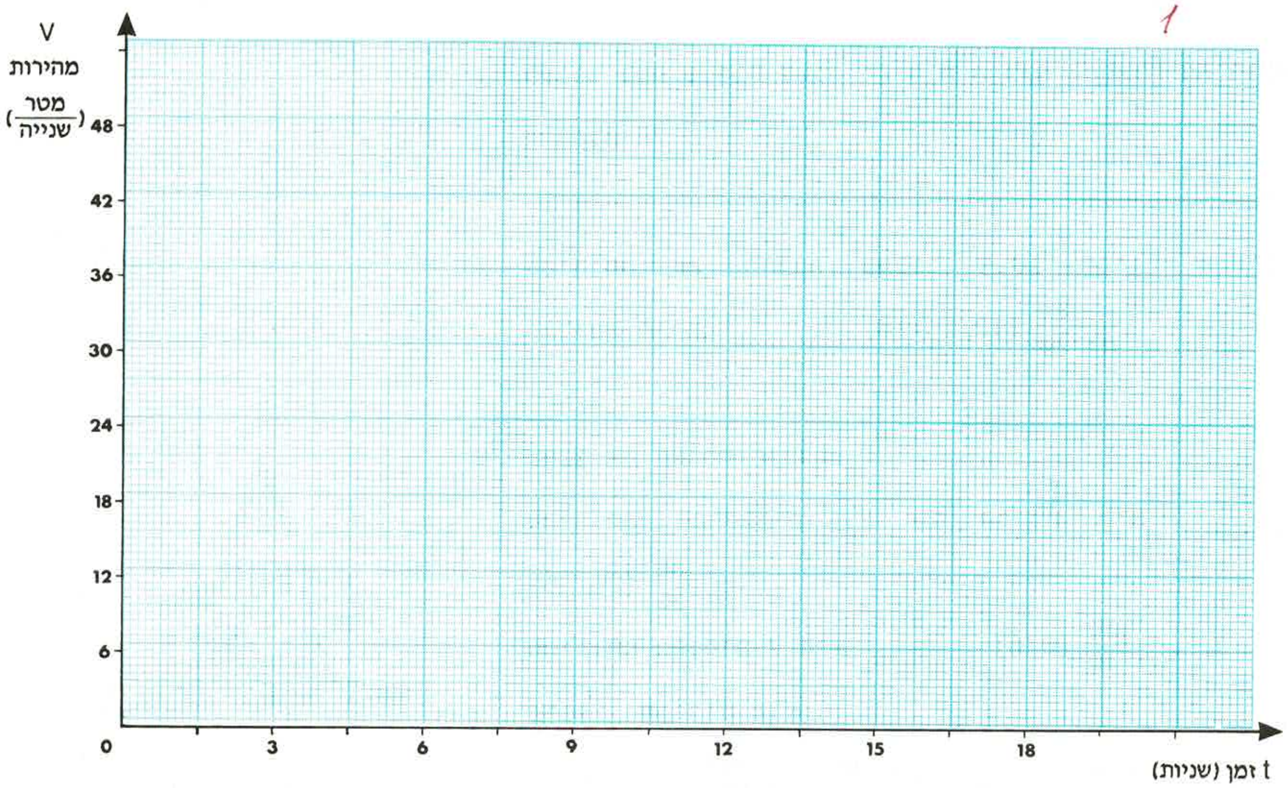
רכבת נעה במהירות קבועה של 36 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ בכיוון נתון.
הנהג מפעיל את הבלם ומהירות הרכבת קטנה לפי הטבלה שלפניך:

זמן הבלימה t (שניות)	0	3	6	9	12	15	18
מהירות הרכבת V ($\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$)	36	30	24	18	12	6	0

ב.3

סרטט על גבי הנייר המילימטרי את תלות מהירות הרכבת בזמן הבלימה.

1



ציור 37: גרף מהירות רכבת V כתלות בזמן t בשעת הבלימה.

לאחר סרטוט הגרף השווה אותו לגרף המסורטט על שקף הבקרה הנמצא אצל המורה.

ש.מכ.ב.3

10.התבונן בגרף האחרון ששרטטת וענה על השאלות שלפניך:

א. מהירות הרכבת ______ 1 (קטנה/גדלה) עם הזמן, לכן לרכבת יש תאוטה.

ב. כעבור כמה שניות קטנה מהירות הרכבת למחצית מהירותה ההתחלתית?

2 ______________________________

ג. מהירותה של הרכבת כעבור 10.5 שניות מתחילת הבלימה הייתה ______ 3 (12/15/18) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

ד. נחשב את תאוטת הרכבת:

מהירותה ההתחלתית V_o של הרכבת היא 4 ______ (25/36) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

מהירותה הסופית V היא 5 ______ (0/6) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

שינוי המהירות הוא:

$$\Delta V = V - V_o = 0 - 36 = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} \; (-\_\_\_\_\_)$$ 6

משך הזמן הדרוש לרכבת כדי לשנות את מהירותה מ-36 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ועד לבלימה היה 7 ______ שניות = Δt.

השינוי במהירות הרכבת התרחש במשך שנייה אחת, כלומר תאוטת הרכבת a היא:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}-}{\text{שנייה}} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}-\_\_\_\_\_\_$$ 8

ה. חישוב התאוצה בין הזמנים 6 שניות = t_o ובין 9 שניות = t מתחילת התנועה נותן 9 ______ ▱ = a.

ו. התאוצה בין 3 שניות = t_o ל- 12 שניות = t מתחילת התנועה היא (-2) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ = a. 10

11.התרגיל שביצעת בסעיף האחרון מראה, שכאשר הרכבת מאיטה,

שינוי מהירותה הוא 1______ (שלילי/חיובי).

לרכבת יש תאוטה שמשמעותה תאוצה 2________ (שלילית/ חיובית).

תאוצה שלילית פירושה: 3____________________________

(הגוף נע בתאוטה/לגוף אין מהירות).

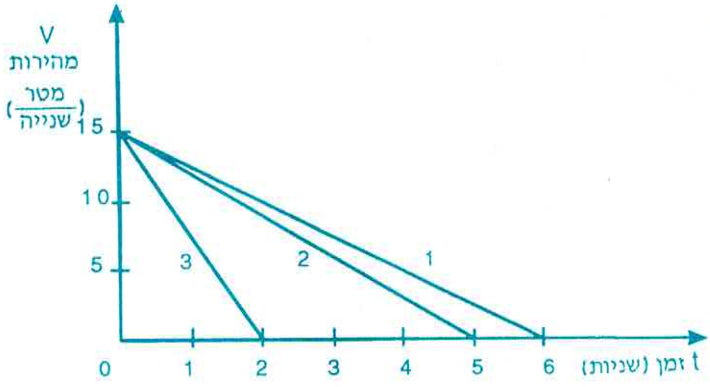
תאוצה שלילית = תאוטה

בכל מרווח זמן בגרף המסורטט בציור 37 מקבלים אותה תוצאה לגבי התאוצה, כלומר $(-2)\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

לפיכך המסקנה המתקבלת היא, כי קו ישר יורד, המבטא מהירות כתלות בזמן, מתאר 4_____ (תאוטה/תאוצה) קבועה.

12.לפניך סרטוט של שלושה קווים ישרים יורדים המתארים את מהירותן של שלוש מכוניות כתלות בזמן (ציור 38).

5



ציור 38: גרפים המתארים תאוצות שליליות שונות קבועות.

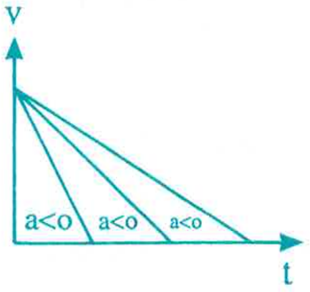
לשלוש המכוניות האלה יש תאוצה 1 ______(שלילית/חיובית),
כלומר 2 ______(תאוטה/מהירות קבועה). בזמן $t_o = 0$ לכל
שלוש המכוניות מהירות 3 ______ (שונה/שווה).
מהירות זו היא 4 _____ (15/10) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
התאוצות של שלוש המכוניות הן 5 _____ (שוות/שונות), כי
השיפוע של הגרפים המתאימים להן 6 ______(שווה/שונה).

13. הקו הישר המתאר את המהירות של מכונית 1 יורד בצורה המתונה ביותר.

א. למכונית זו תאוצה (- 7) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ = a_1, שהיא הכי פחות 8 ______ (שלילית/חיובית).

ב. למכונית מספר 2 גרף של קו ישר המתאר ירידה במהירות מתונה יותר מהגרף המתאים למכונית מספר 9 ______ (1/3), וירידה חדה יותר במהירות מאשר למכונית מספר 10 _____ (3/1).

ג. התאוצה (התאוטה) של מכונית מספר 2, שהיא 11 ____- ▱, היא פחות שלילית מזו של מכונית מספר 13 ______ (1/3), והיא שלילית 12 ______ (יותר/פחות) מזו של מכונית מספר 3. תאוצת מכונית מספר 3 היא 14 ______- ▱.



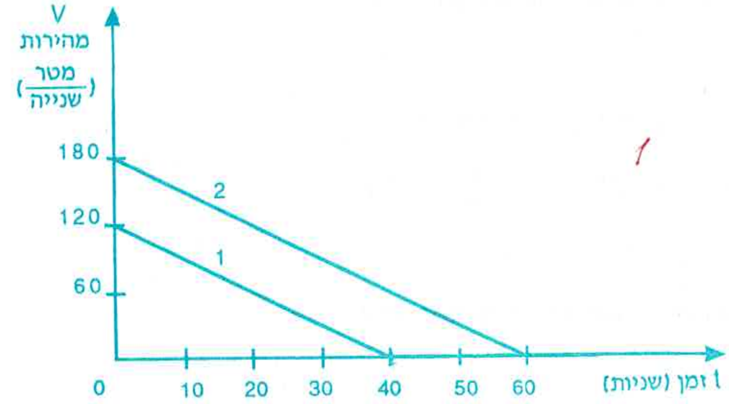
נסכם:

באותה מערכת צירים המתארת מהירות V כתלות בזמן t:

א. לגרף של קו ישר בעל הירידה החדה ביותר, תאוצה קבועה השלילית ביותר.

ב. לגרף של קו ישר בעל הירידה המתונה ביותר, תאוצה קבועה הכי פחות שלילית.

14. שני מטוסים נחתו על קרקע שדה התעופה. הגרפים שלפנינו מתארים את תהליך העצירה של מטוסים אלה.



1

ציור 39: גרפים המתארים את מהירות העצירה של שני מטוסים על מסלול הנחיתה.

תנועת המטוסים מתוארת בציור 39 על ידי שני קווים 2 ________ (עקומים/ישרים) 3 ________ (מאונכים/מקבילים) זה לזה. שני הקווים 4 ________ (עולים/יורדים).

על כן, תאוצת המטוסים היא 5 ________ (שלילית/חיובית) ו 6 ________ (משתנה/קבועה).

בזמן $t_o = 0$ שני המטוסים שנחתו במסלולים שונים נגעו בקרקע. מטוס 1 נחת במהירות (60/120) 7 ________ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = V_o. מטוס 2 נחת במהירות של 180 8 ▱ = V_o. שני המטוסים הגיעו לבסוף למצב של 9 ________ (מהירות קבועה/מנוחה), כלומר $V = 0$.

משך זמן העצירה של מטוס 1 היה 10 ________ (50/40/30) שניות, ושל מטוס 2 11 ________ (40/50/60) שניות.

מהו הקשר בין תאוצת שני המטוסים?

1 ______________________________

כדי לבדוק את התשובה לשאלה זו נחשב את התאוצות.

זמן העצירה של מטוס 1: 2 _____ שניות = Δt .

שינוי המהירות במשך זמן זה:

$\Delta V = V - V_0 = 0 - 120 = (-120)\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

$a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_$ 3

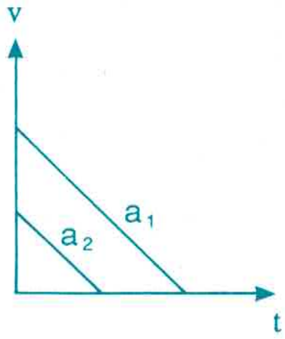
מצא באופן דומה את התאוצה של מטוס 2.

4 ______________________________

____

מצאנו כי לשני המטוסים תאוטה 5 _____ (שווה/שונה) של

6 _____ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$. מכאן המסקנה:



$a_1 = a_2$ **תאוצות שוות**

באותה מערכת צירים המתארת מהירות V כתלות בזמן t:

א. קווים ישרים המסורטטים כשהם יורדים ומקבילים זה לזה, מתארים תאוצות שליליות (תאוטות) שוות.

ב. לתאוטות שוות - יש שיפועים שווים.

15. האם במקרה המתואר בציור 40, יש לגוף הנע תאוצה?

7 _____ (כן/לא).

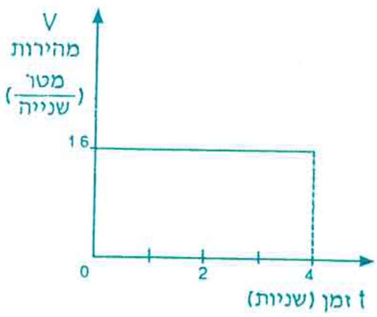
הישר המסורטט 8 _______ (מאונך/מקביל) לציר הזמן t, כלומר

מהירות הגוף היא 9 ________ (משתנה/קבועה) במשך כל הזמן.

לגוף שתנועתו מתוארת בגרף 10 ____ (אין/יש) תאוצה או תאוטה.

כאשר המהירות קבועה השינוי במהירות הוא אפס, לכן

התאוצה היא 11 _______ (חיובית/שלילית/אפס).



ציור 40
גרף מהירות קבועה כתלות בזמן.

נסכם את אשר למדנו עד עתה:

א. תאוצה היא שינוי המהירות ביחידת זמן $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$.

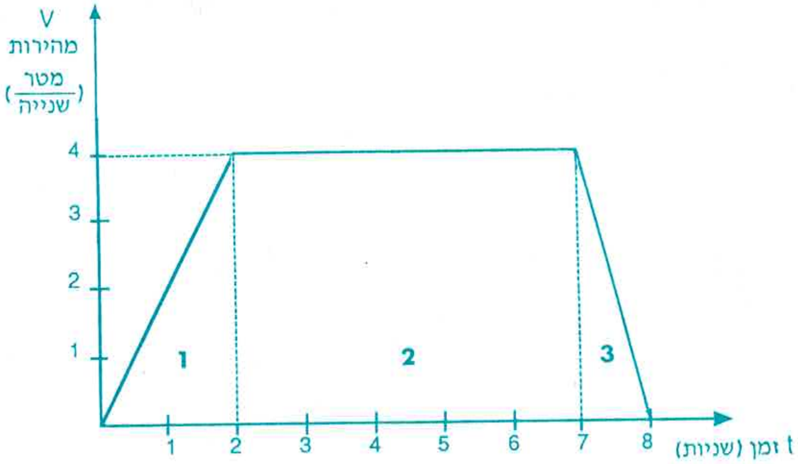
ב. כאשר גוף מגדיל את מהירותו באותו כיוון, תאוצתו חיובית.

ג. כאשר גוף מקטין את מהירותו באותו כיוון, תאוצתו שלילית.

ד. תאוצה קבועה בכיוון אחד מתוארת בגרף המהירות כתלות בזמן על ידי קו ישר עולה. לגוף ששיפועו גדול יותר מתאימה תאוצה גדולה יותר.

ה. תאוטה קבועה בכיוון אחד מתוארת בגרף המהירות כתלות בזמן כקו ישר יורד. לשיפוע תלול יותר תאוטה שלילית יותר.

16. לפניך גרף (ציור 41) המתאר את תנועתה של מעלית הנעה כלפי מעלה.



ציור 41: גרף המתאר מהירותה של מעלית כתלות בזמן בשעת עלייתה.

ב.3

נתאר את תנועת המעלית:

א. מהזמן $t = 0$ ועד $t = 2$ שניות עלתה המעלית

1

ב____________ (תאוצה/תאוטה/מהירות קבועה) a_1.

מהזמן 2 שניות = t ועד 7 שניות = t עלתה המעלית

2

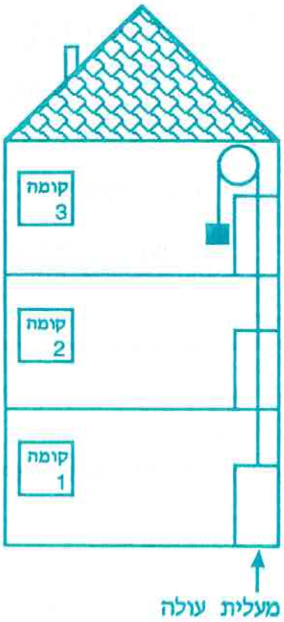
ב____________(תאוצה/תאוטה/מהירות קבועה), כלומר

בתאוצה השווה ל____(4/0) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

המעלית ממשיכה לעלות, אך מהירותה קטנה, וזאת בפרק הזמן שבין 7 שניות ו-8 שניות מתחילת תנועתה.

3

למעלית ____________ (תאוצה/תאוטה/מהירות קבועה) a_3.



ב. מהי תאוצת המעלית a_1?

$$a_1 = \frac{4 - 0}{\underset{4}{\_} - 0} = \frac{\text{מטר}}{2_{\text{שנייה}}}\ 2$$

ג. בפרק הזמן 2 המעלית נעה במהירות קבועה. מהי המהירות הקבועה של המעלית? ______________ 5

התאוצה היא 6 __________(אפס/שלילית/חיובית).

ד. מהי תאוטת המעלית a_3?

$$a_3 = \frac{0 - 4}{\_ - \_} = \boxed{}\overset{7}{\ }(-4)$$

ה. כמה מטרים עלתה המעלית? זכור שעליך לחשב את השטח שמתחת לגרף.

⑧

א. 20 מטר   ב. 26 מטר

ג. 30 מטר   ד. 13 מטר.

(סמן את התשובה הנכונה)

ג.3 שינוי מהירות-מהו?

1. בפרק הקודם הכרנו את המושגים תאוצה ותאוטה. הגדרנו אותם כשינוי המהירות בכיוון אחד ביחידה אחת של 1__________ (מרחק/זמן).

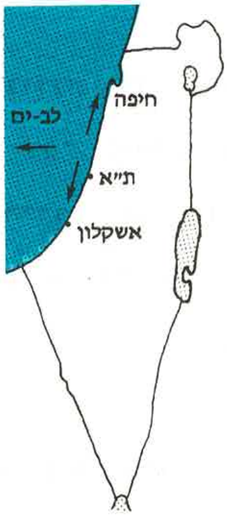
שני המושגים הם למעשה גודל פיסיקלי אחד, ולכן יש להם הגדרה משותפת.

ההבדל בין שני המושגים הוא ב2________ (גודלם/סימנם).

לתאוצה סימן 3_______ (חיובי/שלילי), והיא מבטאת את 4__________(הפחתת/תוספת) המהירות בכיוון התנועה, ביחידה אחת של זמן.

לעומת זאת לתאוטה סימן 5_______ (חיובי/שלילי), והיא מבטאת את 6______(הפחתת/תוספת) המהירות בכיוון התנועה ביחידה אחת של 7________(מרחק/זמן).

מובן שבתנועה בכיוון אחד 8___(אין/יש) שינוי בכיוון המהירות. השינוי היחיד האפשרי הוא ב9_______ (גודלה/כיוונה) של המהירות.



ציור 42
לאן תגיע הספינה?

בתנועה בכיוון אחד התאוצה והתאוטה מבטאות את השינוי בגודלה של המהירות ולא בכיוונה.

2. כזכור, גם למהירות יש כיוון.

מהמרינה בתל אביב (ציור 42) יוצאת ספינה במהירות של 15 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. לאן תגיע הספינה לאחר 6 שעות?

סמן במעגל את התשובה הנכונה:

א. הספינה תגיע לחיפה (מרחק 90 ק"מ צפונה).

ב. הספינה תגיע לאשקלון (90 ק"מ דרומה).

ג. הספינה תגיע ללב ים (מרחק של 90 ק"מ מערבה).

ד. אי אפשר לתת תשובה ברורה כי לא נאמר באיזה כיוון נעה הספינה.

ברור שבשאלה זו תשובה ד היא הנכונה.

מהירות חייבת להיות מוגדרת על ידי גודלה וכן על ידי כיוונה. בכל שלוש התשובות א', ב' וג' הסירות שטו באותו 1 ______ (כיוון/ גודל) של מהירות, אך כיוונן היה 2 ______ (שווה/שונה) ולכן הן הגיעו למקומות שונים.

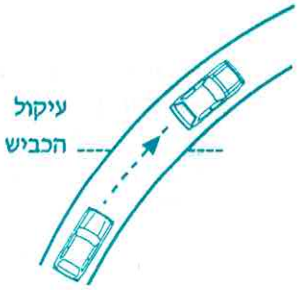
3. האם נתקלת במקרים בהם גודלה של המהירות נשאר קבוע אבל כיוונה השתנה?

רשום שני מקרים:

3 ______________________________

____

מכונית נוסעת במהירות שגודלה קבוע ושווה ל-80 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. המכונית שומרת על מהירות זו בעיקול של הכביש (ציור 43). נשים לב כי המכונית נעה במהירות שגודלה 4 ______ (קבוע/משתנה), אך כיוונה משתנה ללא הרף.

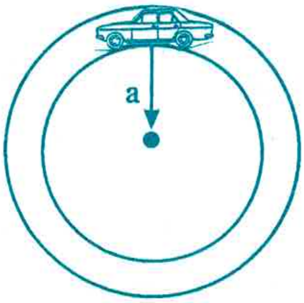


ציור 43
מכונית נוסעת במהירות 80 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ושומרת על אותו ערך של מהירות בכביש שמסלולו מעגלי.

האם בתנועה כזאת קיימת תאוצה?

התשובה היא חיובית, מפני שכיוון המהירות בכל רגע שונה.

1 ____(אין/יש) שינוי בכיוון המהירות, ולכן יש תאוצה. כאשר המכונית נעה במהירות שגודלה קבוע במסלול מעגלי, שהוא חלק ממעגל או מעגל שלם, התאוצה מכוונת תמיד אל מרכז המעגל (ציור 44).

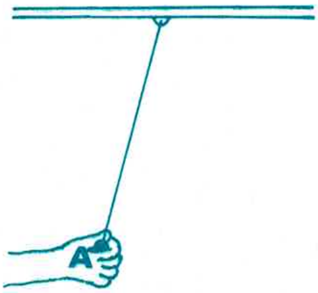


ציור 44
בתנועה במסלול מעגלי במהירות שגודלה קבוע יש תאוצה המכוונת אל מרכז המעגל.

4. כיסוי (מכ' 28): המטוטלת

מכ' 28

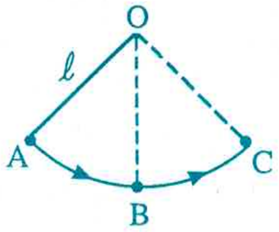
קשור חוט שבקצהו גולה, כך שהגולה תהיה תלויה. הרם את הגולה לנקודה A (ציור 45), כך שהחוט ישאר מתוח. שחרר את הגולה.



ציור 45
ניסוי המטוטלת.

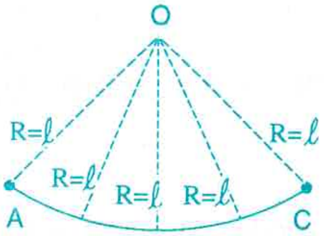
הגולה מתחילה לנוע מקצה A (ציור 46). גודל מהירותה הולך 2 ______ (וקטן/וגדל). בנקודה B, הנמצאת במקום 3 ______ (הגבוה/הנמוך) ביותר, גודל מהירות הגולה הוא 4 ______(הגדול/הקטן) ביותר. בתנועה מ-A ל-B הייתה לגולה 5 ______(תאוצה/תאוטה) לאורך המסלול AB.

בהמשך התחילה הגולה לעלות מ-B לעבר C. גודל מהירותה הלך 6 ______ (וקטן/וגדל), לכן הייתה לה 7 ______ (תאוטה/תאוצה) לאורך המסלול BC.



ציור 46
מסלול של גולה בקצה חוט מטוטלת.

5. האם מסלולה של הגולה הוא על קו ישר? 8 ______ (כן/לא).
כיוון המהירות 9 ______ (נשאר קבוע/השתנה) ללא הרף.
לכן לגולה שבקצה המטוטלת יש 10 ______ (תאוצה/תאוטה) מהירות קבועה) גם בגלל שינוי ערך המהירות וגם בגלל שינוי כיוונה.



ציור 47
לגולה שבקצה חוט המטוטלת מסלול מעגלי חלקי כאשר הנקודה o היא מרכז המעגל.

אורך החוט של המטוטלת ℓ 1 ______ (השתנה/נשאר קבוע). לכן הגולה נעה מ-A ל-C בתנועה מעגלית חלקית, כאשר ℓ הוא 2 ______ (רדיוס/היקף) המעגל (ציור 47).

מכאן שלגולה 3 ______ (יש/אין) תאוצה המכוונת אל מרכז המעגל 4 ___ (A/O). עם זאת נזכור כי לגולה יש, כפי שראינו, תאוצה ותאוטה לאורך המסלול AC, בגלל שינוי 5 ______ (כיוון/ערך) המהירות.

נסכם:

לגוף יש תאוצה במקרים האלו:

א. כאשר גודל המהירות משתנה וכיוונה נשאר קבוע - התאוצה היא לאורך מסלול התנועה.

ב. כאשר כיוון המהירות משתנה וגודלה נשאר קבוע; בתנועה מעגלית במהירות שגודלה קבוע התאוצה מכוונת אל מרכז המסלול המעגלי.

ג. כאשר גם כיוון המהירות וגם גודלה משתנים; בתנועת מטוטלת קיימת תאוצה לאורך המסלול, בשל שינוי בגודל המהירות, ותאוצה אל המרכז בשל שינוי בכיוון המהירות.

6. השלם את משפטי הסיכום שלפניך:

א. כשגוף נע במהירות קבועה בכיוון אחד 6 ____ (יש/אין) לו תאוצה.

ב. כשגוף נע במהירות קבועה בכיוון אחד, התאוצה שלו 7 ______ (שווה לאפס/שונה מאפס).

ג. כשגוף נע בתאוצה כלשהי בכיוון אחד, המהירות שלו
1 ________ (גדלה/קטנה/נשארת קבועה).

ד. כשגוף נע בתאוטה כלשהי בכיוון אחד, המהירות שלו
2 ________ (קטנה/גדלה/נשארת קבועה).

ה. כשגוף נע בתאוצה חיובית בכיוון אחד, גרף המהירות
כתלות בזמן של התנועה הזו הוא קו 3________(עקום/ישר)
עולה.

ו. כשגוף נע בתאוצה שלילית קבועה בכיוון אחד, גודל
המהירות שלו 4________ (קטן/גדל).

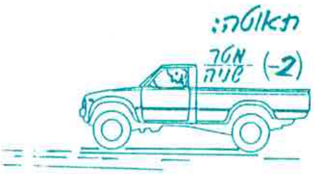
ז. גרף מהירות כנגד זמן, המתאר את התנועה שבשאלה ו
הוא קו 5________(ישר/עגול) יורד.

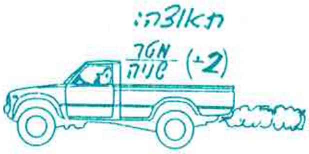
ח. כאשר גוף משנה את כיוון תנועתו, בלי לשנות את גודל
המהירות, 6______ (יש/אין) לו תאוצה.

ט. במסלול מעגלי בו גודל המהירות איננו משתנה, התאוצה
מכוונת 7________ (לאורך/אל מרכז) המעגל.

י. בתנועת מטוטלת יש לגוף שבקצה החוט 8____________
(תאוצה/מהירות קבועה) בגלל שינוי 9____________
(גודל וכיוון/גודל ולא כיוון) המהירות.

ד.3 המהירות בתאוצה קבועה





1. עד עתה למדנו כיצד למצוא את תאוצתו של גוף על פי גרף המהירות כתלות בזמן.

בפרק זה ברצוננו לחשב את המהירות V לאחר זמן t, כאשר הגוף נע בתאוצה קבועה a.

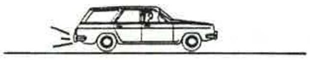
2. כזכור, כאשר גודל המהירות באותו כיוון גדל, סימנה של התאוצה הוא ______1 (חיובי/שלילי). בהקטנת גודל המהירות, לתאוצה (תאוטה) סימן ______2 (חיובי/שלילי).

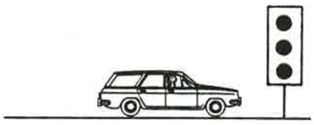
בקטע שלפניך מתוארת תנועת מכונית בכביש ישר.

השלם את החסר בסיפור תנועתה.

יוצאת ממנוחה ונעה בתאוצה

המכונית יוצאת ממצב מנוחה. היא מגבירה את מהירותה ב______3 (תאוצה/תאוטה) של ______4 ((-2)/(+2)) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.
כתוצאה מהתאוצה היא מגיעה למהירות של 72 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, כלומר ______5 (30/20) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. במהירות זו ממשיכה המכונית עד שהיא מתקרבת לרמזור. שם היא מקטינה את מהירותה בתאוצה של ______6 ((-3)/(+3)) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$, עד שהיא נעצרת לפני הרמזור.


מהירות קבועה


תאוטה ועצירה

ציור 48
תנועתה של מכונית.

נעקוב אחר תנועת המכונית:

א. למכונית היוצאת ממנוחה (V = 0) תאוצה קבועה של (+2) ______7 ($\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$/$\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$) בכיוון התנועה.

ב. כעבור 2 שניות מתחילת התנועה משתנה המהירות ב-___1___ (6/4) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = ΔV.

ג. כעבור 5 שניות מתחילת התנועה משתנה המהירות ב___2___(10/12) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = ΔV.

ד. כעבור ___3___ שניות מתחילת התנועה משתנה המהירות ב-20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = ΔV.

ה. לאחר t שניות הייתה המהירות משתנה ב:

$$\boxed{\Delta V = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}\, 2t}$$

3. מהו שינוי המהירות V של המכונית כאשר היא מתחילה להאיט לפני הרמזור?

תאוצת המכונית היא (-3) ____4____ $\left(\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} / \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}\right)$.

א. לאחר זמן t של 2 שניות, מתחילת ההאטה, שינוי המהירות ΔV הוא: (-6) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = ___5___$\cdot$(-3) = ΔV.

ב. לאחר זמן t של 4 שניות, מתחילת ההאטה, שינוי המהירות V הוא: (-   ) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = ___6___ $\cdot$ (-   ) = ΔV.

להגדיל מהירות

$\Delta V>0$

להקטין מהירות

$\Delta V<0$

אנו רואים כי שינוי המהירות ΔV בתאוטה הוא ____7____ (שלילי/חיובי). ולאחר זמן t נקבל שינוי מהירות ΔV שהוא: 8

א. $\Delta V = \frac{-3}{t}$

ב. $\Delta V = -3\cdot t$

ג. $\Delta V = -\frac{t}{3}$

סמן במעגל את התשובה הנכונה.

4. כללית: שינוי מהירותו של גוף ΔV הנע בתאוצה (חיובית או שלילית) a בזמן t הוא:

$$\Delta V = a\,t$$

כאשר הגוף מאיץ, סימן התאוצה 1 _________ (חיובי/שלילי), והשינוי במהירות ΔV 2 ______ (חיובי/שלילי). יש (תוספת/הפחתה) בגודלה של המהירות.

כאשר הגוף מאט, סימן התאוצה 3 _______ (חיובי/שלילי). שינוי המהירות ΔV 4 ______ (חיובי/שלילי). יש _______ (תוספת/הפחתה) בגודלה של המהירות.

נסכם:
שינוי המהירות של גוף ΔV בתאוצה קבועה a בזמן t הוא $\Delta V = a\,t$.

5. בהצגת סיפור המהירות בסעיף 2.ד.3, הנחנו שהמכונית הייתה תחילה במנוחה $V_o = 0$. לכן שינוי המהירות ΔV הוא גם המהירות של המכונית V. כלומר, אם $\Delta V = at$ אז כאשר:

$$V_o = 0$$

$$\Delta V = V - V_o = V - 0 = V$$

$$V = a\,t$$

$\Delta V = at$

$V_0 = 0$

$\Delta V = V-0$

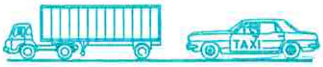
$V = at$

מה תהיה מהירות הגוף V לאחר זמן t, כאשר המהירות ההתחלתית V_o שונה מאפס?

1

במקרה כזה יש ________ (לצרף/להפחית) ל- $\Delta V = at$ את V_o, כדי לקבל את המהירות V.

6. נראה זאת בדוגמה:



ציור 49
מונית נוסעת אחרי משאית במהירות קבועה של $15 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ היא עוקפת אותה אחר כך בתאוצה של $2.5 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

מונית נוסעת בכביש, במהירות קבועה, אחרי משאית הנעה כל הזמן במהירות של $15 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ (2 ___ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$). נהג המונית מחליט לעקוף את המשאית. הוא לוחץ על דוושת הבנזין וגורם למונית לנוע בתאוצה קבועה של $(+2.5) \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

מה תהיה מהירות המונית לאחר 4 שניות של האצה?

פתרון

א. נחשב את תוספת המהירות של המונית:

נתונים

3

תאוצת המונית a = ▱ 2.5

זמן האצה t = שניות ______

$\Delta V = ?$

4

הנוסחה: $\Delta V = \_\_\_ \cdot t$

5

$\Delta V = \_\_ \cdot \_\_ = 10 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

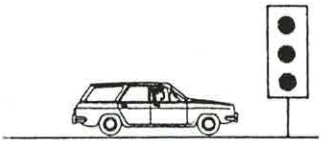
נזכור כי המונית נעה אחר המשאית במהירות קבועה. לכן מהירותה ההתחלתית של המונית, לפני ההאצה, הייתה 6 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V_o$. כדי למצוא את מהירותה הסופית V יש 7 ______ (להוסיף/להחסיר) למהירות ההתחלתית את תוספת המהירות ΔV, כלומר, $25 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V = 10 + 15$.

7. כדי לחשב את מהירותו של גוף V הנע בתאוצה קבועה a במשך זמן t, כאשר מהירותו ההתחלתית V_o, יש להשתמש בנוסחה:

$$\boxed{V = V_o + at}$$

8. ומה לגבי תאוטה? נבדוק זאת באמצעות בעיה נוספת.

מכונית נעה במהירות 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ (______ $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$) 1 $= V_o$. לפני רמזור מקטין נהג המכונית את מהירותו בתאוטה קבועה של $(-2)\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.



ציור 50
מכונית הנעה במהירות 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ מאיטה במשך 6 שניות בתאוטה של $(-2)\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

חשב את מהירות המכונית לאחר 6 שניות.

פתרון

שינוי המהירות ΔV מתקבל על פי:

לחץ על הבלם,
תאוטה ידידי, תאוטה!

כתונים

$V_o = 20\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ מהירות התחלתית

$t = 6$ שניות משך ההאטה

$a = (-2)\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ תאוטה

$V = ?$

נוסחה:

$$\Delta V = \_\_\_ \cdot \_\_\_$$ 2

הצבה:

$$\Delta V = \_\_\_ \cdot \_\_\_ = (-12)\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$$ 3

לשינוי מהירות זה ΔV, יש להוסיף את המהירות ההתחלתית

4 ____ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V_o$.

$$V = 20 + (-12) = 20 - 12 = 8\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$$

לפיכך רואים, שהן בתאוצה והן בתאוטה, הנוסחה למציאת המהירות V של הגוף הנע בתאוצה במשך הזמן t, היא $V = V_o + a t$. כאשר 1 ___ (V/V_o) היא המהירות ההתחלתית.

נסכם:

א. עבור גוף הנע בתאוצה קבועה a (שסימנה חיובי או שלילי) במשך זמן t, יהיה שינוי המהירות $\Delta V = at$.

ב. מהירותו הסופית של הגוף הזה תהיה:

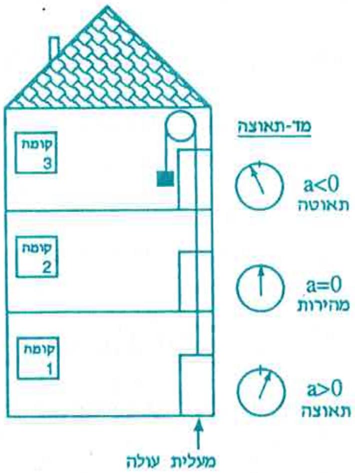
$$\boxed{V = V_o + a t}$$

9. מלא את המשימה שלפניך. לאחר שתסיים אותה, פנה למורה לקבלת שקף בקרה ש.מכ.ב.4 כדי להשוות את פתרונך לפתרון הנכון.

סוג התנועה	t זמן (שניות)	a תאוצה $(\frac{מטר}{שנייה^2})$	V_o $(\frac{מטר}{שנייה})$ מהירות התחלתית	ΔV $(\frac{מטר}{שנייה})$ תוספת מהירות	V $(\frac{מטר}{שנייה})$ מהירות סופית
תאוטה	5	(-2)	20	(-10)	(+10)
2	8	(-1.5)	30	3	4
5	16	(+0.5)	10	6	7
8	6	(-1)	15	9	10
11	4	(+3)	5	12	13

מלאת את המשימה? פנה למורה לקבלת שקף הבקרה.

ש.מכ.ב.4



ציור 51
שלבי תנועת מעלית כלפי מעלה.

10. מעלית עולה ממנוחה בתאוצה קבועה של 1.8 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ במשך 5 שניות.

במשך 4 שניות נוספות היא נעה במהירות קבועה. לאחר מכן היא מאיטה בתאוצה של (-1.2) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ עד לעצירתה.

מהו הזמן הכולל של תנועתה?

פתרון

תנועת המעלית מתחלקת לשלושה חלקים:

א. בתחילה המעלית נעה ______ 1 (בתאוצה/במהירות) קבועה ממצב של מנוחה במשך ______ 2 (4/5) שניות.

ב. היא ממשיכה בתנועה במהירות ______ 3 (קבועה/משתנה) במשך 4 שניות נוספות.

ג. לבסוף היא נעה ______ 4 (בתאוטה/במהירות קבועה) עד לעצירתה), כאשר זמן עצירתה לא ידוע.

1. מהי המהירות הסופית בחלק א של התנועה?

נתונים

מהירות התחלתית V_o = ▱ ______ 5
משך זמן התנועה t = ▱ ______ 6
תאוצה a = ▱ ______ 7

מהירות הסופית V_1 = ?

$$V_1 = a\,t$$

$$V_1 = \_\_\_\_ \cdot \_\_\_\_$$ 8

$$V_1 = 9\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$$

נשים לב כי המהירות הסופית V_1 היא המהירות שבה נעה המעלית במהירות ______ 9 (משתנה/קבועה). מהירות

זו היא גם המהירות $\overset{1}{\_\_\_\_\_\_\_\_}$ (הסופית/התחלתית) של התנועה בחלק ג' של התנועה, במשך תהליך העצירה.

2. מכאן נוכל למצוא את משך הזמן בו נעה המעלית בתאוטה עד עצירתה.

נתונים

$V_0 = 9\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ מהירות התחלתית של התאוטה

$V = 0$ מהירות סופית

$a = (-1.2)\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ תאוטה

$t_3 = ?$ זמן העצירה

נציב בנוסחה:

$$V = V_0 + a\,t$$

$$V = \overset{2}{\_\_} + (-1.2)\ t_3$$

$$0 = 9 - \overset{3}{\_\_\_}\ t_3$$

$t_3 = 7.5$ שניות

הזמן הכולל בו עלתה המעלית כלפי מעלה היה:

$$t = 5 + \_\_\_\_ + \_\_\_\_\_\ \ 4$$

$t = 16.5$ שניות

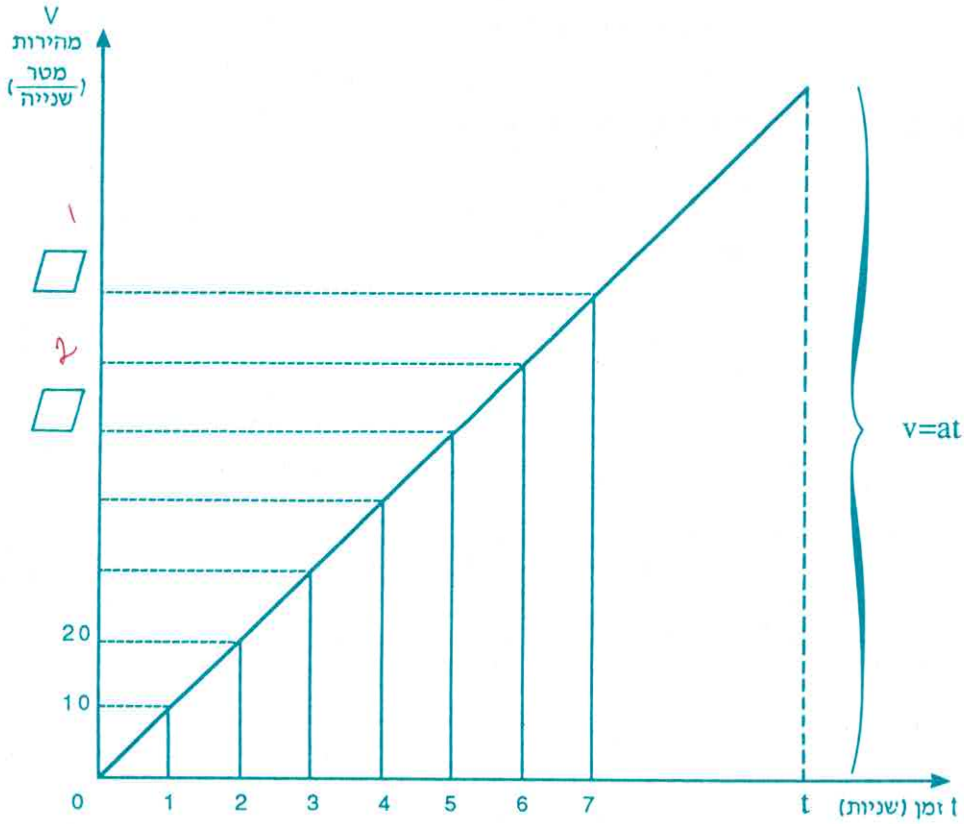
ה.3 חישוב מרחק תנועה של גוף הנע בתאוצה קבועה

1. בפרק הקודם חישבנו את המהירות הסופית V של גוף הנע בתאוצה קבועה a בזמן t ממהירות התחלתית V_o, וראינו כי:

$$\boxed{V = V_o + a t}$$

עתה נברר מהו מרחק תנועתו של הגוף X באותו זמן .

2. הגרף שבציור 52 מתאר את מהירותו של גוף, שתאוצתו קבועה ושווה ל-10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$, כאשר תנועתו מתחילה ממנוחה ($V_o = 0$).



ציור 52: גרף מהירות כתלות בזמן בתאוצה קבועה - חישוב מרחק התנועה.

ה.3

א. לאחר זמן של שתי שניות מהירות הגוף תהיה
1 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = V.

נחשב את מרחק התנועה X במשך זמן זה. נזכור כי לצורך חישוב המרחק יש למצוא את 2 ______ (השטח/הזווית) שמתחת לגרף עד לזמן של 2 שניות.

השטח הוא שטח של 3 ______ (משולש/ריבוע), ולכן X יהיה שווה ל 20 מטר = $\frac{2\text{ שניות}\cdot 20\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}}{2}$.

ב. לאחר 5 שניות מתחילת התנועה המהירות היא 4 ___ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
סמן את התוצאה במקום המיועד לכך על הציר האנכי של ציור 52.

שוב עלינו לחשב את שטח המשולש 5 ______________
(שווה השוקיים/ישר הזווית) שניצביו הם 6 ______
שניות ו 7 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
הפעם המרחק X המבוטא על ידי השטח הוא:

$X = \frac{\;\cdot\;}{2} =$ ______ 8

ג. נסמן את המהירות לאחר 7 שניות, ונחשב באופן דומה את המרחק X שעבר הגוף עד זמן זה.
9 ____
____

3. במקום הערכים המספריים של זמן ומהירות נרשום בגרף, באופן כללי, כי לאחר זמן t יש לגוף מהירות V (ציור 52).

השטח שמתחת לגרף עד לזמן t יבטא את המרחק X שעבר הגוף:

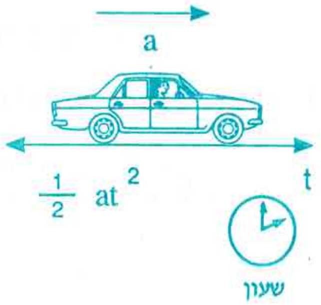
$$\boxed{X = \frac{Vt}{2}}$$

כאשר המהירות ההתחלתית היא 0 ($V_0 = 0$) אז $V = at$.

לכן הניצב האנכי שבסרטוט הוא at.

לכן: $X = \frac{at \cdot t}{2}$

ומקבלים: $\boxed{X = \frac{at^2}{2}}$



ציור 53
מכונית הנעה בתאוצה a
במשך זמן t עוברת מרחק
של $x = \frac{1}{2}at^2$.

נסכם:

א. מרחק התנועה X, שהגוף עובר, כשהוא מתחיל ממנוחה ומגיע בתאוצה קבועה למהירות V במשך זמן t, הוא:

$$X = \frac{Vt}{2}$$

ב. מרחק התנועה X שהגוף עובר כשהוא מתחיל ממנוחה ונע בתאוצה קבועה a במשך הזמן t הוא:

$$X = \frac{at^2}{2}$$

4. רקטה משוגרת ממנוחה, בתאוצה קבועה, בכיוון מאונך לכדור הארץ. לאחר זמן של 10 שניות היא מגיעה למהירות של 196 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
מהו גובה עלייתה של הרקטה?

פתרון

נתונים

זמן עליית הרקטה t = ▱ ______ 1

מהירותה הסופית V = ▱ ______ 2

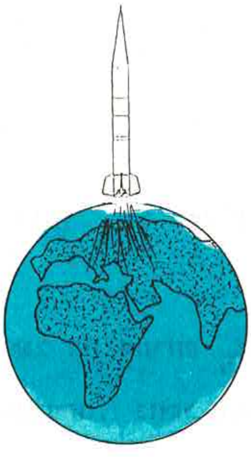
מהירותה ההתחלתית V_0 = ▱ ______ 3

גובה עליית הרקטה X = ?

נשתמש בנוסחה $X = \frac{Vt}{2}$

נקבל $X = \frac{\_\_ \cdot \_\_}{2}$ 4

X = 980 מטר



ציור 54
רקטה עולה מפני כדור הארץ
בתאוצה קבועה.

5. מעלית עולה ממנוחה בתאוצה קבועה של 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$. אם היא עולה בתאוצה זו לגובה של 50 מטר, מהו זמן עלייתה?

פתרון

נתונים

5

מהירות התחלתית V_0 = ______

תאוצת המעלית a = 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

גובה עלייתה X = 50 מטר

t = ?

נוכל להשתמש בנוסחה האחרונה שקבלנו:

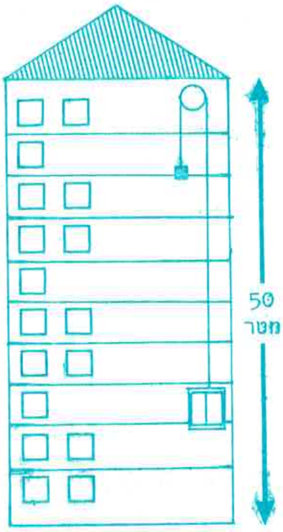
$$X = \frac{1}{2} at^2$$

על פיה נקבל את הזמן t.

$50 = \_\_ \cdot \_\_ \; t^2$ 6

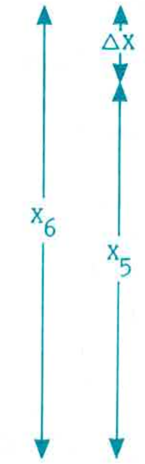
$t^2 = \_\_$ 7

t = 5 שניות



יור 55
עלית עולה ממנוחה בתאוצה
בועה של 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ לגובה
5 מטר.

6. מהו מרחק תנועתה של המעלית, המוזכרת בסעיף 5, במשך השנייה השישית לתנועתה?



ציור 56
המרחק ΔX שעושה מעלית במשך השנייה השישית לתנועתה.

פתרון

השנייה השישית לתנועה היא פרק הזמן בין הזמן 5 שניות = t ובין הזמן 6 שניות = t.

כדי למצוא את המרחק בשנייה השישית נחשב את המרחק X_5 שעברה המעלית במשך 5 שניות מתחילת תנועתה. נחשב את המרחק X_6 שהיא עברה במשך ____ 1 שניות לתנועתה. 2 ____ (ההפרש/הסכום) $\Delta X = X_6 - X_5$ (ציור 40) הוא המרחק שאנו מבקשים.

כוסחת המרחק היא:

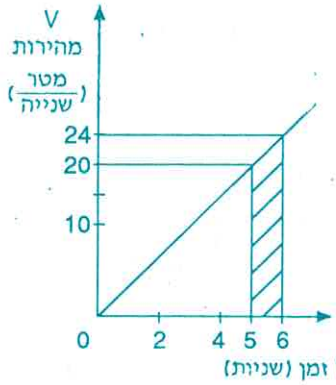
$X = \frac{1}{2}$ ____ · ____^{2} 3

התאוצה היא: $a = \boxed{\quad}$ ____ 4

$X_5 = \frac{1}{2}$ ___ · ___^{2} $= \boxed{\quad}$ ____ 5

$X_6 = \frac{1}{2}$ ___ · ___^{2} $= \boxed{\quad}$ ____ 6

$\Delta X = X_6 - X_5 =$ ____ - ____ = 22 מטר ⑦



ציור 57
שטח הטרפז המסומן מבטא את מרחק תנועת המעלית בשנייה השישית לתנועתה.

7. פתרון זה נוכל לקבל גם בדרך גרפית. המעלית עולה ב________ 8 (מהירות/תאוצה) קבועה, לכן הקו שיתאר את מהירותה V כתלות בזמן t הוא קו ______ 9 (ישר/עקום). הקו עובר דרך ראשית הצירים כי המהירות ההתחלתית היא ______ 10 (0/4) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

את המהירות נקבל בעזרת הנוסחה V = at.

11

בזמן 5 שניות = t המהירות היא: 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = 5 · __ = V.

בזמן 6 שניות = t המהירות היא: 24 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = __ · __ = V.

12

המרחק ΔX שעברה המעלית מתקבל על ידי השטח המסומן

בציור 57. השטח הוא של _________ 1 (משולש/טרפז).

שטח הטרפז הוא:

$$\frac{\text{גובה} \cdot (\text{בסיס גדול} + \text{בסיס קטן})}{2}$$

לכן הדרך שעובר הגוף היא:

$$\Delta X = \frac{(20 + \underline{\quad}) \cdot 1}{\underline{\quad}} = \boxed{\quad}\underline{\qquad}$$ 2

$\Delta X = \underline{\quad}$ מטר 3

8. נחשב את מרחק התנועה X שעובר גוף בתאוצה חיובית קבועה במשך זמן t, כאשר המהירות ההתחלתית V_o והמהירות הסופית V.

נתון גוף, שהנתונים של תנועתו בתאוצה קבועה הם:

כתרכים

4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = V_o מהירות התחלתית

9 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ = V מהירות סופית

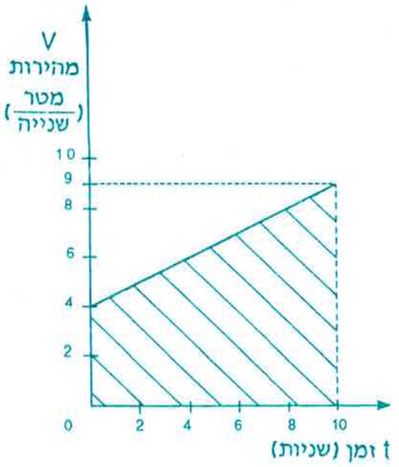
10 שניות = t משך התנועה

הגוף נע בתנועה זאת בתאוצה שהיא:

$$a = \frac{V - V_o}{t}$$

$$a = \underline{\qquad} \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$$ 4

התיאור הגרפי של המהירות כתלות בזמן נמצא בציור 58.



ציור 58

גרף המתאר את מהירותו של גוף הנע בתאוצה קבועה במשך 10 שניות.

מהירותו ההתחלתית 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

הסופית 9 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

5

מרחק התנועה X הוא _________ (השטח/הנפח) המסומן

7

מתחת לגרף. השטח הוא של _________ (משולש/טרפז),

6 8

שבסיסיו הם _______(4 ו-9/4 ו-10) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ וגובהו_________

(10/4/9) שניות.

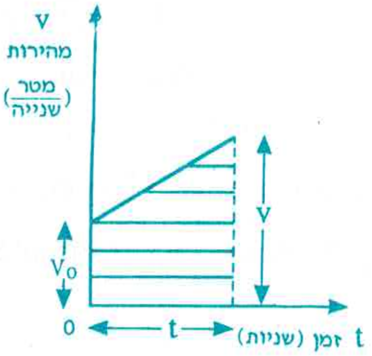
לפי נוסחת שטח הטרפז:

$$\frac{\text{גובה} \cdot (\text{בסיס גדול} + \text{בסיס קטן})}{2}$$

$$X = \frac{(4 + \quad\quad) \cdot \quad\quad}{2} = \boxed{\quad\quad}\_\_\_\_\_$$ 1

$X =$ 65 מטר

9. נחשב באופן כללי את המרחק X. לשם כך נסרטט את גרף המהירות כתלות בזמן. בזמן $t = 0$ המהירות היא V_o. לאחר זמן t המהירות היא V.



ציור 59
"שטח" הטרפז המסומן הוא מרחק תנועתו של גוף הנע בתאוצה קבועה. מהירותו ההתחלתית V_o והסופית V.

מרחק התנועה X שווה לשטח 2 _____(המלבן/הטרפז) המסומן בציור 59.

לטרפז זה יש:

א. בסיס קטן שגודלו 3 _______ $(t/V/V_o)$.

ב. בסיס גדול שגודלו 4 ______ $(t/V/V_o)$.

ג. גובה שגודלו 5 ________ $(t/V/V_o)$.

לכן:

$$\boxed{X = \frac{V_o + V}{2} t}$$

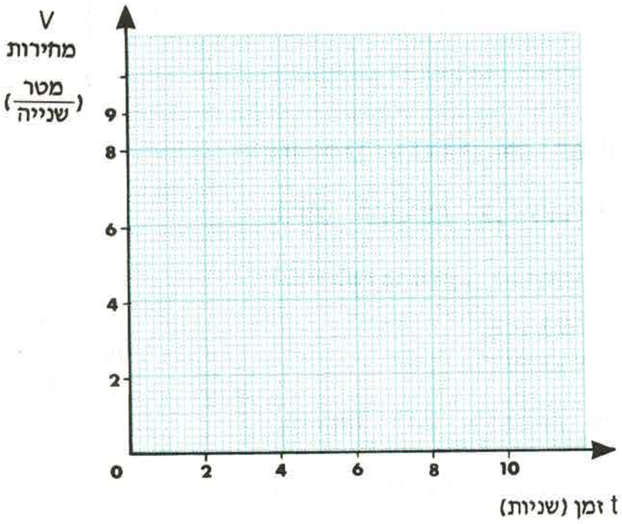
כאשר $V_o = 0$ הנוסחה מצטמצמת ל- $X = \frac{Vt}{2}$.

10. מהי, אם כן, הנוסחה של המרחק X כאשר הגוף נע בתאוטה?

בתאוטה המהירות הסופית V 6 ________(קטנה/גדולה) מהמהירות ההתחלתית V_o.

נביא בחשבון גוף הנע בזמן $t = 0$ במהירות של $9 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V_o$. מהירותו קטנה כך, שבמשך 10 שניות היא מגיעה ל-$4 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V$. מהו מרחק התנועה X?

סרטט את מהירות הגוף כתלות בזמן:



1

2

אנו מקבלים ______ (מלבן/טרפז). כדי לחשב את מרחק

3

התנועה X עלינו לחשב את ____ (שטח/היקפו) החל מהזמן

t = 0 ועד 10 שניות = t.

שטח הטרפז הוא:

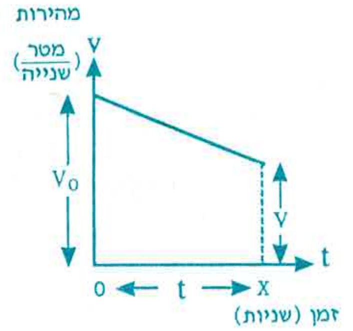
④ $X = \frac{(\_\_ + 9)\cdot \_\_}{2} =$

מרחק התנועה הוא 65 מטר = X

5

11. התבונן בתוצאה שנתקבלה בסעיף 3.ה.8. רואים ש________ (יש/אין) שוני בתוצאות המתקבלות בחישוב המרחק X. זאת, בין אם התנועה היא בתאוצה ובין שהיא בתאוטה. זה קורה כאשר המהירות ההתחלתית V_0 והסופית, V, מתחלפות.

גרף כללי של מהירות כתלות בזמן בתאוטה קבועה מתואר בציור 60.



ציור 60
גרף מהירות כתלות בזמן בתאוצה שלילית קבועה. שטח הטרפז מבטא את מרחק התנועה X.

גם כאן גודלו של השטח, המסורטט בציור 60, מבטא את מרחק התנועה X. המרחק X הוא שטח של 1 ______________ (משולש/טרפז). כלומר:

$$X = \frac{(V_o + V)\cdot t}{2}$$

התוצאה זהה לנוסחה שקיבלנו עבור 2 ________________ (תאוצה חיובית/מהירות קבועה).

כסכם:

בתנועה בתאוצה קבועה a (חיובית או שלילית) מרחק התנועה X ניתן על ידי:

$$X = \frac{(V_o + V)\cdot t}{2}$$

כאשר t משך זמן התנועה, ו-V_o ו-V מהירות התחלתית וסופית.

12. נחזור לחישוב מרחק התנועה, אלא שבמקום המהירות V נרשום את ערכה $V_o + at$. (ציור 61).

המהירות V מורכבת מהקטע V_o ומהקטע at. כדי לחשב את X יש לחשב את 3 _____ (השטח/הזוית) שמתחת לקו הישר.

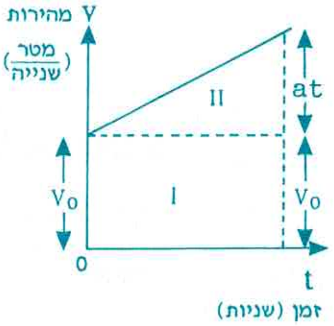
נקבל שטח תחתון I של 4 ________ (טרפז/מלבן) ושטח עליון II של 5 __________ (ריבוע/משולש).

שטח המלבן הוא: $V_o t$

שטח המשולש הוא: $\frac{at\cdot t}{2} = \frac{at^2}{2}$

מכאן שמרחק התנועה X הוא:

$$X = V_o t + \frac{1}{2}at^2$$



ציור 61
השטח המבטא את מרחק התנועה X בתאוצה קבועה מתחלק לשניים. שטח I של מלבן ושטח II של משולש.
$V = V_o + at$

כסכם:

מרחק התנועה X בתאוצה קבועה a (חיובית או שלילית), כאשר המהירות הראשונית V_o בזמן $t = 0$, ומשך הזמן t נתונים, הוא:

$$X = V_ot + \frac{1}{2}at^2$$

13. מכונית נעה במהירות של 36 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ (___ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$). היא מגבירה את מהירותה בתאוצה קבועה של 2 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ במשך 10 שניות.

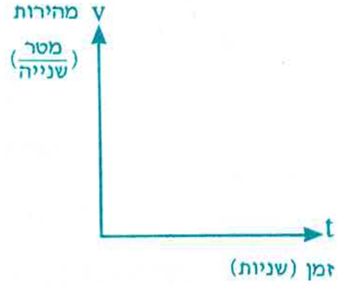
א. תאר באופן גרפי בציור 62 את המהירות כתלות בזמן.

ב. מהי המהירות הסופית V של המכונית?

ג. מהו מרחק תנועתה X?

מצא את התשובות לשאלות באופן גרפי:

1



ציור 62
גרף מהירות כתלות בזמן עבור מכונית הנעה בתאוצה קבועה של 2 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. המהירות ההתחלתית 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

14. נחשב את המהירות הסופית V ואת מרחק התנועה X בעזרת הנוסחאות שפיתחנו.

נתונים

מהירות התחלתית V_o = $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ___ = $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ___ 2

תאוצה a = $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ ___ 3

זמן ההאצה t = שניות ___ 4

המהירות הסופית V = ?

מרחק התנועה X = ?

$V = V_o + at$

$V =$ ___ $+$ ___ ___ 1

$V = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ______ 2

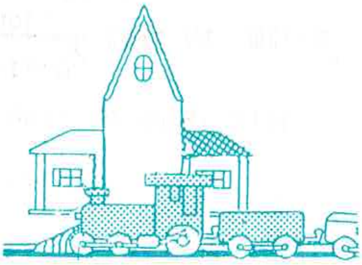
$X = V_o t + \frac{1}{2} at^2$

$X =$ ___ $\cdot$ ___ $+ \frac{1}{2}$ ___10^2 3

$X =$ מטר ______ 4

15. רכבת הנעה במהירות של $90 \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ מאיטה בקצב קבוע של $(-2.5) \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

1. כעבור כמה זמן תיעצר הרכבת?
2. מהו מרחק תנועת הרכבת עד עצירתה?



ציור 63
רכבת הנעה במהירות של $90 \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ מאיטה בתאוצה של $(-2.5) \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ עד עצירתה.

נתונים

המהירות ההתחלתית $V_o = 90 \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ______ 5

המהירות הסופית של הרכבת $V = 0$

תאוצת הרכבת $a = (-2.5) \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

זמן תנועת הרכבת $t = ?$

מרחק תנועת הרכבת $X = ?$

על פי הנוסחה $V = V_o + at$

נוכל לחשב את הזמן t:

$0 = 25 + (-2.5)t$

$t =$ שניות ______ 6

נציב את הזמן לנוסחת המרחק X:

$X = V_o t + \frac{1}{2} at^2$

$X =$ ___ $\cdot$ ___ $+ \frac{1}{2} (-2.5)$ ___^{2} 7

$X =$ מטר ______ 8

16.נוסחה נוספת בה משתמשים לחישוב המרחק X בתנועה בתאוצה (חיובית או שלילית) קבועה a היא:

$$X = \frac{V^2 - V_o^2}{2a}$$ *(הוכחה בתחתית הדף)

בנוסחה זאת משתמשים כאשר הזמן t אינו נתון.

17.אחת הבעיות הטכנולוגיות הניצבות בפני מהנדסי שדות התעופה היא קביעת האורך של מסלולי ההמראה והנחיתה. האורך המזערי של המסלול X נקבע על ידי שניים מהנתונים של המטוס.

הנתונים הם:

א. תאוצת המטוס a.

ב. המהירות V, שבה יכול המטוס להתחיל להמריא - מהירות ההמראה.

את אורך מסלול ההמראה X מוצאים לפי הנוסחה האחרונה שכתבנו. למטוס מהירות התחלתית $V_o = 0$, מאחר שהמטוס מתחיל לנוע על המסלול ממצב של ____________ (מהירות קבועה/מנוחה).

---

*הוכחת הנוסחה:

ראינו ש: $X = \frac{(V + V_o)\cdot t}{2}$

לפי הגדרת התאוצה: $a = \frac{V - V_o}{t}$

מכאן: $t = \frac{V - V_o}{a}$

נציב לנוסחה את המרחק X ונקבל: $X = \frac{V + V_o}{2} \cdot \frac{V - V_o}{a}$

לפי הנוסחה: $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$

נקבל סופית: $X = \frac{V^2 - V_o^2}{2a}$

18.מהירות ההמראה של מטוס ג'מבו היא 288 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. תאוצת המטוס על פני הקרקע היא 0.8 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$. מהו האורך הקטן ביותר של מסלול ההמראה?

ציור 64
מטוס ג'מבו-תאוצתו 0.8 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$
מהירות ההמראה שלו 288 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

פתרון

נתונים

1

מהירות ההמראה $V = 288\ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \_\_\_\_\_\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

מהירות התחלתית של המטוס $V_o =$ ______

2

תאוצת המטוס $a =$ ______

אורך מזערי של מסלול ההמראה $X = ?$

נרשום בנוסחה

$$X = \frac{V^2 - V_o^2}{2a}$$

כאשר $Vo = 0$

$$X = \frac{V^2}{2a}$$

נציב ונקבל ____________________________________

3

____

אורך מסלול ההמראה 4 ק"מ.

19.נשווה אורך מסלול זה לאורך המסלול הדרוש למטוס קל מסוג פייפר על מנת להמריא.

מהירות ההמראה של מטוס פייפר היא 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. תאוצת ההמראה היא 1.25 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$. מהו אורך מסלול ההמראה המזערי הדרוש?

ציור 65
מטוס פייפר-מהירות ההמראה
90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. תאוצת ההמראה
1.25 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

פתור את הבעיה באותה דרך בה פתרנו את התרגיל הקודם בסעיף 18.

1

גודל מסלול ההמראה של הפיירפר הוא 250 מטר.

20. פי כמה גדול אורך מסלול הג'מבו מאורך מסלול הפיירפר?

2

מדוע לדעתכם יש לבנות שדות תעופה ארוכים למטוסים גדולים, ואילו מטוסים קטנים יכולים לנחות על כל מגרש כדורגל תקני?

3

כסכם:

מרחק התנועה X בקו ישר בתאוצה קבועה (שלילית או חיובית) ניתן באמצעות הנוסחאות דלהלן:

$$X = V_o t + \frac{1}{2} at^2 \qquad X = \frac{(V_o + V)\cdot t}{2}$$

$$X = \frac{V^2 - V_o^2}{2a}$$

V_o ו-V מהירות התחלתית וסופית של התנועה.

a התאוצה ו-t משך זמן התאוצה.

1.3 תנועת גופים הנעים במאונך לכדור הארץ (תאוצת הכובד)

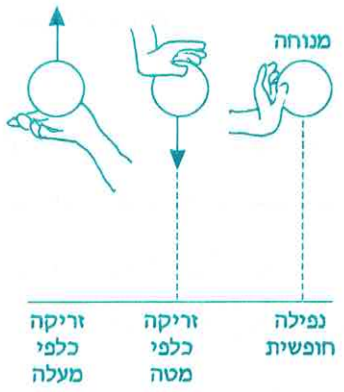
1. ננצל עתה את הידע שרכשנו כדי לחקור את תנועתם של גופים הנעים במאונך לפני כדור הארץ (ציור 66).

מדובר על שלוש תנועות:

א. נפילתו של גוף ממנוחה מגובה מסוים בכיוון הרצפה. תנועה זו נקראת בשם נפילה חופשית.

ב. זריקה של גוף בכיוון אל כדור הארץ במהירות התחלתית V_O מסוימת. זריקה זאת נקראת זריקה אנכית כלפי מטה.

ג. זריקת גוף במהירות התחלתית V_O כלפי מעלה. זאת זריקה אנכית כלפי מעלה.



ציור 66
שלוש תנועות במאונך לפני כדור הארץ.

בכל שלוש התנועות האלה אין אנו מתחשבים בהשפעת התנגדות האוויר על התנועה.

2. נתחיל בדיוננו בנפילה חופשית, כלומר בתנועה של גוף המתחיל לנוע מ 1 __________ (מהירות קבועה/מנוחה) וממשיך בתנועתו ללא 2 ________ (התנגדות/סיוע) האוויר.

כיצד ינוע גוף בנפילה חופשית? במהירות קבועה/בתאוצה/בתאוטה, (מחק את האפשרויות שלדעתך אינן נכונות).

מכ' 29

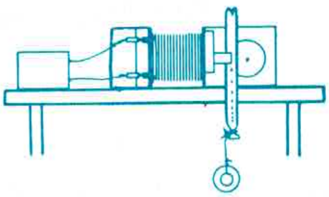
3. נבדוק זאת באמצעות ניסוי מכ' 29. ניעזר ברשם זמן - זמזם, בו השתמשנו בניסוי מכ' 27 סעיף 5.ד.1.

קח את רשם הזמן והדק אותו לשולחן, כמתואר בציור 67.

חבר משקולת לסרט שתשחיל דרך נייר הפחם של רשם הזמן.

קרב את המשקולת כך שתהיה סמוכה ככל האפשר לרשם הזמן (דבר שיאפשר למשקולת ליפול מגובה רב למדי אל הרצפה).

הפעל את הזמזם ושחרר את המשקולת. כאשר מגיעה המשקולת לרצפה הפסק את פעולת הזמזם.

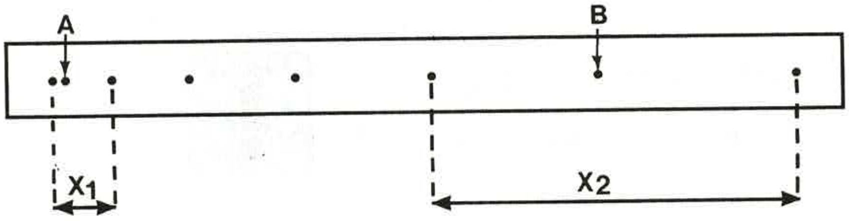


ציור 67
יסוי מדידת התאוצה בנפילה
חופשית.

4. התבונן בסרט הנייר שקיבלת. האם הנקודות נמצאות במרחקים קבועים זו מזו? 1______ (כן/לא), כלומר, תנועת הנפילה החופשית נעשית במהירות 2__________ (קבועה/משתנה),

כלומר 3_____ (יש/אין) תאוצה.

נסרטט עתה את גרף המהירות V של התנועה כתלות בזמן t.



יור 68
קודות על סרט נייר בנפילה
זופשית.

בחר באחת הנקודות A הקרובה לתחילת הסרט. סמן את הזמן בנקודה זו ב-0 = t. (ציור 68).

מדוד את האורך X_1 שהוא המרחק בין נקודה אחת המקדימה את הנקודה A ובין נקודה אחת עוקבת.

רשום כאן את תוצאת המדידה במטרים, ורשום זאת בטבלה שבעמוד הבא. 4____מטר = 5_____ס"מ = X_1

1.3

מה לעשות
תאוצה קבועה

מרווח הזמן בין כל שתי נקודות הוא כזכור 0.02 שניות

לכן מרווח הזמן של X_1 הוא של 1 ____ (0.04/0.02) שניות.

המהירות בנקודה A בזמן $t = 0$ היא:

$$V_1 = \frac{X_1}{0.04} = \frac{\quad}{0.04} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}\ \_\_\_\_\_\_ \quad 2$$

רשום בטבלה את המהירות V_1 שקבלת.

ספור חמישה מרווחים מ-A (היעזר בציור 68). הגעת לנקודה B הנמצאת לאחר זמן של 3 ____$\cdot 5 = 0.1$ שניות מ-A.

בצע אותן המדידות גם בנקודה B:

מדוד את המרחק X_2 ורשום את התוצאה בטבלה (במטרים).

חשב את V_2.

$$V_2 = \frac{X_2}{0.04} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}\ \_\_\_\_ \quad 4$$

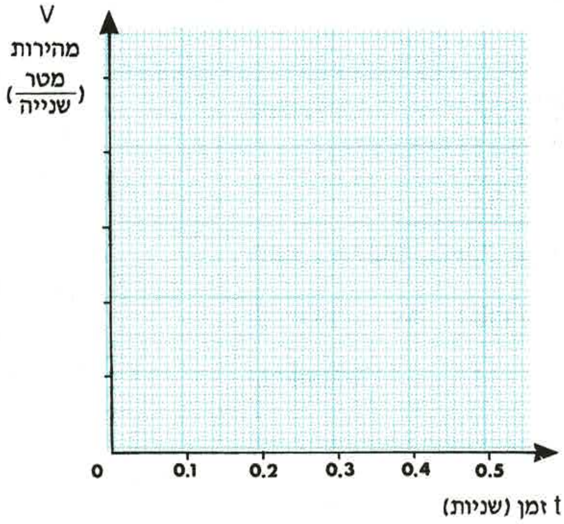
המשך באותו אופן. מדוד את המהירויות בכל סרט הנייר, בנקודה ה-10, ה-15 וכו' מהזמן שבחרת עבור $t = 0$. רשום את תוצאות הניסוי בטבלה.

שים לב כי מרווחי הזמן 0.1, 0.2, 0.3 וכו' שניות הן מראשית הצירים $t = 0$.

0.4	0.3	0.2	0.1	0	זמן t (שניות)
$X_5=$ 9	$X_4=$ 8	$X_3=$ 7	$X_2=$ 6	$X_1=$ 5	מרחק X (מטרים)
$V_5=$	$V_4=$	$V_3=$	$V_2=$	$V_1=$	מהירות V $\left(\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}\right)$

10 11 12 13 14

5. סמן במערכת הצירים שלפניך את שיעורי הנקודות המתקבלות על פי הערכים של הזמן t והמהירות V, כלומר, (t_1,V_1), (t_2,V_2) וכו'.



1

6. התבונן בנקודות שסרטטת. סביר להניח שהן עוברות דרך קו ________ (ישר/עקום). 2

סרטט את הישר "הטוב" ביותר, כאשר רוב הנקודות נמצאות על הקו הישר או סביבו.

3

הקו הישר שקיבלנו מעיד כי הגוף נע ב____________ (תאוצה/מהירות) קבועה.

נחשב את התאוצה. נבחר לשם כך נקודה כלשהי על הקו הישר ונחשב $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$

התאוצה שהתקבלה היא: ________ $a = \boxed{}$ 4

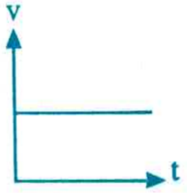
נחשב את תוצאות התאוצה a של שאר הנקודות ונמצא את הממוצע. בהנחה שמספר כל התוצאות הוא n הרי:

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \dots\dots a_n}{n}$$ 5

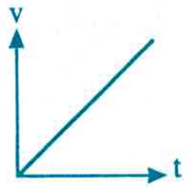
$$\bar{a} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}\ \frac{\_\_\_\_ + \_\_\_\_ + \_\_\_\_ + \_\_\_\_}{}$$ 6

$$a = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}\ \_\_\_\_$$ 7

מהירות קבועה ?



תאוצה קבועה ?



7. נהוג לסמן את התאוצה של נפילה חופשית באות g, וזאת מפני ש-g היא האות הראשונה במלה gravity, שפירושה "כובד".

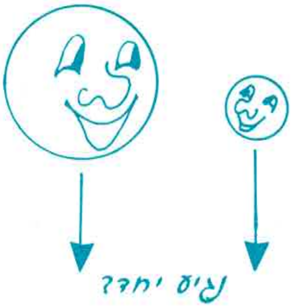
1

מצאנו: ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ = $\bar{g}$ (תאוצת הכובד הממוצעת)

האם, לדעתך, שני גופים שמשקלם שונה יפלו בתאוצה זהה? (כלומר, אם נשחרר אותם בו בזמן, האם יגיעו יחד לרצפה?)

2

____



בניסויים מדויקים, בהם מדדו את התאוצה g של הנפילה החופשית, מצאו כי עבור כל הגופים הנופלים ללא התנגדות אוויר:

$$g = 9.81\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$$

נסכם:

א. בהזנחת התנגדות האוויר, כל הגופים נופלים באותה תאוצה השווה ל-9.81 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ *

ב. לשם פתרון בעיות ניתן להשתמש במספר המקורב של g, כלומר 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

---

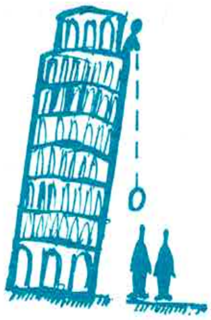
* g משתנה בהתאם למקום על פני כדור הארץ. השינויים הנ
קטנים מאוד.

8. הנפילה החופשית ומגדל פיזה...

עד לפני כ-400 שנה האמינו הכל, שגופים כבדים יותר תאוצתם גדולה יותר. לכן הם מגיעים לקרקע לפני גופים קלים יותר הנופלים מאותו גובה.

גלילאו גליליי, שנולד בשנת 1564 ומת בהיותו בן 80 שנה, נחשב עד היום לאחד המדענים הדגולים שקמו בכל הדורות. הוא היה הראשון שחקר ביסודיות את נפילתם של גופים והגיע למסקנה: גופים, שאינם מושפעים מהתנגדות האוויר, נופלים באותה תאוצה!

9. אחד הסיפורים היפים, שמספרים על מאבקו של גליליי לשכנוע עמיתיו בצדקת טענתו, קשור במגדל פיזה.
גליליי רצה להוכיח לחבריו "המלומדים", שגוף כבד וגוף קל ממנו, המשתחררים בו בזמן ממגדל פיזה, מגיעים יחד לאדמה. הוא עלה למרומי מגדל פיזה ובידיו שני גופים - האחד כבד והאחר קל ממנו. חבריו ה"מלומדים" חיכו למטה, כדי להווכח מי צודק. גליליי עלה למגדל ושיחרר את שני הגופים בעת ובעונה אחת. גליליי רץ מיד במדרגות הלולייניות למטה, וכשהגיע חסר נשימה ראה ש"חבריו" לא חיכו לו כלל. הם הסתלקו משם בבושת פנים.



ציור 69
מגדל פיזה:
מראש המגדל הזה הפיל גליליי שני גופים שונים שהגיעו לרצפה באותו זמן.

10. באחד המסעות הרגליים, עברה כיתה ליד באר נבטית עתיקה. התעורר ויכוח בין החברה: "מהו עומקה של הבאר?" עד שאמר יצחק: "חברה! למה להתווכח, בואו נשתמש בדברים שלמדנו בשיעורי הפיסיקה, וכך נמדוד את עומקה של הבאר".

1.3

– מה הייתה הצעתו של יצחק בנוגע למדידת עומקה של הבאר?

יצחק הציע להפיל אבן ממנוחה משפת הבאר ולמדוד את ________ (מהירות/זמן) נפילתה. 1

שמעת את הרעש?

בהנחה שהזמן היה 3 שניות, מה היה עומק הבאר?

פתרון

תנועה זו של האבן היא ____________________ 2 (זריקה כלפי מטה/נפילה חופשית). בתנועה זאת ________ 3 $(V_0 = 0 / V_0 \neq 0)$ לכן נוסחת עומק הנפילה תהיה:

$$y = \frac{1}{2} gt^2$$

הנוסחה $y = \frac{1}{2} gt^2$ התקבלה כאשר החלפנו בנוסחה $X = \frac{1}{2} at^2$ את a ב ______ 5 (y/g) ואת X ב______ 4 (g/y).

כתונים

זמן הנפילה $t = 3$ שניות

תאוצת הנפילה $g = 10 \ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

עומק הבאר $y = ?$

$$y = \frac{1}{2} gt^2$$

$$y = \frac{1}{2} \ \_\_\_ \cdot \_\_\_^2$$ 6

$y = 45$ מטר

11. מה הייתה מהירות האבן בהגיעה לתחתית הבאר?

כתונים

זמן הנפילה $t = 3$ שניות

תאוצת הנפילה $g = 10 \ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

מהירות האבן בתחתית הבאר $V = ?$

$$V = gt$$

$$V = \_\_\_ \cdot \_\_\_$$ 7

$V = 30 \ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

מהירות זו ________ 8 (קטנה/גדולה) יותר מהמהירות המירבית של מכונית בכביש בין עירוני ($90 \ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$).

נסכם:

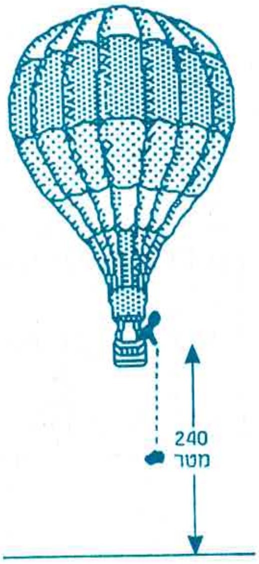
א. בנפילה חופשית, לאחר זמן t יפול הגוף מרחק של

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

ב. מהירותו לאחר זמן זה היא $V = gt$.

ג. $g = 9.81\ (\approx 10)\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

12. התאוצה $g = 10\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ היא גם התאוצה של שתי התנועות הנוספות אותן הזכרנו, זריקה כלפי מטה וזריקה כלפי מעלה.



ציור 70
אבן נזרקת כלפי מטה מכדור פורח הנמצא בגובה 240 מטר.

מכדור פורח, הנמצא במנוחה בגובה 240 מטר מעל הקרקע, נזרק גוף כלפי מטה. הגוף הגיע לקרקע לאחר 6 שניות. בהזנחת התנגדות האוויר, מצא באיזו מהירות התחלתית נזרק הגוף?

פתרון

מאחר שבתנועה זו נזרק הגוף במהירות התחלתית V_o כלפי 1______(מעלה/מטה), יש להשתמש בנוסחה המורחבת של X כתלות בזמן:

$$X = V_o t + \frac{1}{2}at^2$$

נסמן במקום X 2___(g/y) ובמקום a 3___(y/g), ונקבל:

$$y = V_o t + \frac{1}{2}gt^2$$

נתונים

$y = 240$ מטר גובה הכדור הפורח

$g = 10\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ תאוצת התנועה

$t = 6$ שניות זמן הזריקה

$V = ?$ מהירות ההתחלתית

4.א

נסכם:

א. יחידת התדירות הטכנולוגית היא $\frac{\text{סיבובים}}{\text{דקה}}$ (=סל"ד)

ב. $1\ \text{סל"ד} = 1\ \frac{\text{סיבוב}}{\text{דקה}} = \frac{1}{60}\ \frac{\text{סיבובים}}{\text{שנייה}}$

ג. $1\ \text{הרץ} = 1\ \frac{\text{סיבוב}}{\text{שנייה}} = 60\ \text{סל"ד}$

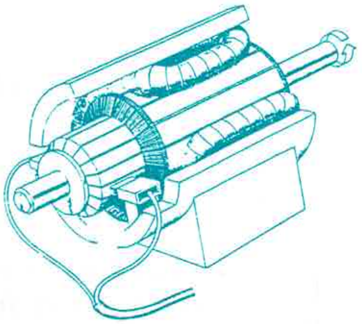
ד. נוהגים לסמן באות N את יחידת התדירות הטכנולוגית.

5. $N\ (\text{סל"ד}) = 60\ f\ (\text{הרץ})$.

11. תדירות הסיבוב של מנוע השמלי (ציור 80) היא 1800 סל"ד = N.

א. חשב את התדירות ב- $\frac{\text{סיבובים}}{\text{שנייה}}$.

ב. מצא את זמן המחזור של המנוע.



ציור 80
מנוע חשמלי-תדירות הסיבוב 1800 סל"ד.

פתרון

נתונים

1800 סל"ד = N תדירות טכנולוגית

? = f תדירות

? = T זמן המחזור

$$N\ (\text{סל"ד}) = 60\ f\ (\text{הרץ})$$

$$f\ (\text{הרץ}) = \frac{N\ (\text{סל"ד})}{60}$$

$$f = \underline{\qquad}\ \text{הרץ}$$

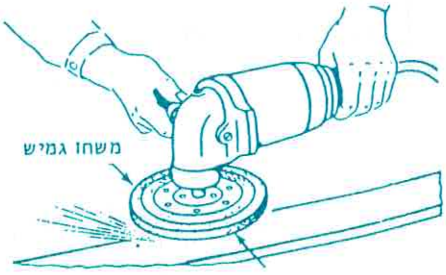
$$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{\underline{\quad}} = \frac{1}{30}\ \text{שנ'}$$

12. לכל משחז (אבן משחזת) יש תדירות מומלצת המתאימה לעבודה. כאשר אין מקפידים על ההוראות, ועובדים בתדירות שונה מהמומלצת קיימת סכנה בטיחותית מהסיבות שלהלן:

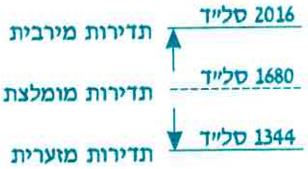
א. אם התדירות של מנוע המשחז גדולה בהרבה מהתדירות הרשומה על המשחז, עלולה האבן להתפוצץ.

ב. אם התדירות של המנוע קטנה בהרבה מהתדירות המומלצת יש ללחוץ בחוזקה על המשחז. הוא יתחמם ועלול להתבקע.



ציור 81
לכל אבן משחזת תדירות
סיבוב מומלצת.

13. התדירות המומלצת למשחז מסוים היא 1680 סל"ד.
מותר לסטות מתדירות זאת עד 20%.
מהו הערך המירבי של התדירות בה יש להפעיל את מנוע המשחז?



ציור 82
תחום תדירות העבודה של
משחז שעבורו התדירות
המומלצת היא 1680 סל״ד.

פתרון

20% של 1680 סל"ד זה:

$1680 \cdot \frac{20}{\quad}$ ①

לכן התדירות המירבית היא:

N מירבי = 1680 + ________ 2

N מירבי = ________ סל"ד 3

מהי התדירות המזערית של מנוע המשחז?

20% של 1680 סל"ד הוא ______ 4 סל"ד. לכן התדירות המזערית היא:

N מזערי = ________ - ________ 5

N מזערי = ________ סל"ד 6

א.4

רשום את מדידותיך בטבלה זו:

מספר הניסוי	1	2	3	4	5
זמן הסיבוב t (שניות)	1	2	3	4	5
זמן המחזור T (שניות)	6	7	8	9	10
התדירות f $\left(\frac{\text{סיבובים}}{\text{שנייה}}\right)$	11	12	13	14	15

זמן המחזור הממוצע $\bar{T}$ הוא:

$$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5}{5}$$

$\bar{T} =$ שניות $\frac{\rule{3cm}{0.4pt}}{5}$ 16

התדירות הממוצעת $\bar{f}$ היא:

$$\bar{f} = \frac{1}{\bar{T}}$$

$\bar{f} = \frac{\text{סיבובים}}{\text{שנייה}}$ ______ 17

N = סל"ד ______ 18

ב.4 מהירות היקפית

1. התבוננו במחשבון שלכם, אחד הסימונים המופיע בו הוא π. לחצו על הקליד שעליו מסומן π, מקבלים:

1 ______________ = π. ערך מקורב עבור ה-π הוא 3.14.

באמצעות המספר π מקבלים את אורכו של היקף המעגל. נסמן ב-R את רדיוס המעגל. היקף המעגל יהיה:

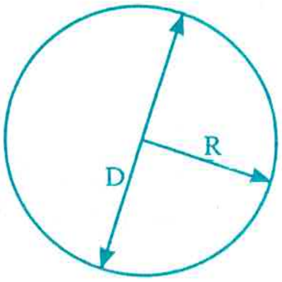
$$\boxed{\ell = 2\pi R}$$

כאשר גוף נע במסלול מעגלי, R מציין את מרחקו ________ 2 (המשתנה/הקבוע) של הגוף ממרכז (מציר) הסיבוב.

נוכל לרשום את מסלולו גם באופן: $\ell = \pi D$.

D מסמן את קוטרו של המעגל (ציור 85).

D קוטר המעגל, כלומר 3 ________ (פעמיים/שלוש פעמים) הרדיוס.



ציור 85
היקף מעגל 2πR או πD.

2. גוף מקיף מעגל בעל רדיוס 2 מ' = R, מהו אורך ההקפה?

א. 2 מטר ב. 6.28 מטר ג. 3.14 מטר ד. 12.56 מטר

סמן את התשובה הנכונה.

3. רדיוס מסלול היקפו של הירח סביב כדור הארץ הוא 384,000 ק"מ. אורך מסלול הקפה אחת הוא בקירוב:

א. 2 מליון ק"מ ב. 1 מליון ק"מ ג. 1.2 מליון ק"מ ד. 2.4 מליון ק"מ.

סמן את התשובה הנכונה.

3. מהי מהירות היקפית ומה הקשר שלה עם התדירות?

1 ______________________________

4. שני גלגלים מחוברים ברצועה אחת. על היקפם יש

2 ______________(תאוצה רדיאלית/מהירות היקפית/

תדירות/זמן מחזור) שווה.

5. מהו גודלה ומהו כיוונה של תאוצה רדיאלית של גוף הנע בתנועה מעגלית?

3 ______________________________

החומר ידוע היטב? פנה למורה כדי לקבל הדרכה לקראת המבחן.

בהצלחה!!

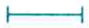
נספחים

נספח 1 - תנועה וקטורית

1. בחוברת אמרנו, חזור והדגש, שהמהירות מוגדרת על ידי שני גורמים: כיוון וגודל.
גורם פיסיקלי המאופיין על ידי שני הגורמים ______ 1
ו______ 2 נקרא בשם "גודל פיסיקלי וקטורי".

2. אילו מבין הגדלים שלפניך הם גדלים וקטוריים?
(א) טמפרטורה; (ב) מהירות; (ג) תאוצה; (ד) זמן;
(ה) כוח.
סמן במעגל את תשובותיך.

טמפרטורה וזמן הם גדלים סקלריים (מספריים). אי אפשר ליחס להם כיוון כלל. שאר הגדלים הם וקטוריים.

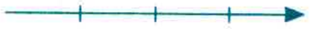


קנה מידה של 1 ס"מ מציין 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

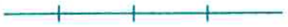
3. גודל פיסיקלי וקטורי מתואר בעזרת חץ - וקטור - כיוון החץ הוא כיוונו של הגודל הפיסיקלי. גודלו של הווקטור נקבע בעזרת קנה מידה.

לדוגמה:

נסכים בינינו, שעבור וקטור מהירות, יסמן גודל של 1 ס"מ מהירות של 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.



ציור 94
וקטור מהירות של 40 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ המכוון ימינה.

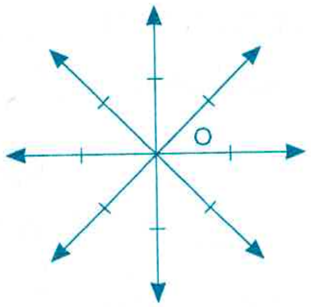


ציור 95
וקטור מהירות של 40 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ המכוון שמאלה.

מכאן שהווקטור המסורטט בציור 94 מציין מהירות של
3 ____ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ בכיוון ______ 4 (שמאלה/ימינה).

הוסף את החץ בציור 95, בכיוון הנגדי לזה המסורטט בציור 91. משמעותו של וקטור זה היא מהירות של
5 ______ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ בכיוון ______ 6 (ימינה/שמאלה).

גדלים וקטוריים, יסומנו על ידי חצים מעל הסימון שלהם.
לדוגמה וקטור מהירות הוא $\vec{V}$.



ציור 96
וקטורים רבים עשויים לתאר מהירות שגודלה קבוע כמו 40 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

4. מספר הכיוונים האפשריים עבור מהירות בגודל של 40 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ הוא ______ 1 (קטן מאוד/גדול מאוד). מכאן שמספר הווקטורים העשויים לתאר תנועה במהירות שגודלה 40 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ הוא רב ביותר (ציור 96).

מבין האפשרויות הרבות לכיווני תנועה באותו גודל של מהירות, הווקטור $\vec{V}$ מתאר מהירות אחת בלבד באמצעות הכיוון שלו.

5. מדוע גם התאוצה היא גודל וקטורי?

התאוצה מוגדרת כשינוי 2 ______ (מרחק/מהירות) ביחידת זמן. כלומר,

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

המהירות היא גודל 3 ______ (סקלרי/וקטורי).

לכן גם שינוי המהירות הוא וקטור. יש לסמן את ΔV בצורה $\overrightarrow{\Delta V}$.

זמן הוא 4 ______ (וקטור/סקלר), לכן גם שינוי הזמן Δt הוא 5 ______ (וקטור/סקלר).

כאשר מחלקים (או מכפילים) וקטור בסקלר מקבלים שוב וקטור.

לפיכך:

$$\boxed{\vec{a} = \frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}}$$

התאוצה היא 6 ______ (וקטור/סקלר), כי היא תוצאה של חילוק 7 ______ (סקלר בווקטור/וקטור בסקלר).

6. תאוצת הגופים הנופלים $\vec{g}$ היא 1 ______ (סקלר/וקטור).

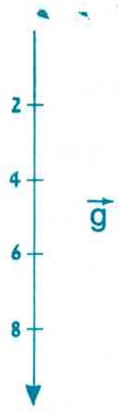
כיוונו של וקטור זה הוא אנכי כלפי 2 ______ (מעלה/מטה).

גודלו של $\vec{g}$ הוא 3 ____ (10/5) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ (ציור 97).

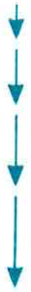
כאשר גוף נופל בנפילה חופשית מהירותו $\vec{V}$ היא 4 ______ ($\frac{\vec{g}}{t}$/$\vec{g}t$). כאן הכפלנו את הווקטור $\vec{g}$, בזמן t שהוא 5 ______ (סקלר/וקטור).

המהירות $\vec{V}$ שקבלנו, היא גודל 6 ______ (סקלרי/וקטורי) 7 ______ (משתנה/קבוע).

וקטור המהירות $\vec{V}$ 8 ______ (גדל/קטן) ביחס 9 ______ (הפוך/ישר) לזמן t (ציור 98).



ציור 97
וקטור התאוצה $\vec{g}$ מכוון כלפי מטה גודלו 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$



ציור 98
וקטור המהירות בנפילה חופשית $\vec{v}=\vec{g}t$ גדל ביחס ישר לזמן.

נסכם:

א. וקטור מאופיין על ידי גודלו וכיוונו.

ב. מהירות ותאוצה הם גדלים וקטוריים.

ג. המהירות והתאוצה מתוארים על ידי חץ (וקטור), שכיוונו הוא כיוון המהירות או התאוצה. אורכו מתאר את גודלו לפי קנה מידה.

ד. מכפלת (או חלוקת) וקטור בסקלר היא וקטור.

ה. תאוצת הגופים הנופלים $\vec{g}$ היא וקטור, שכיוונו אנכי כלפי מטה וגודלו הוא 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

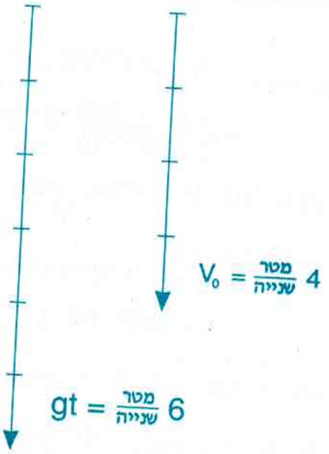
7. נזכר בנושא זריקה כלפי מטה, בו עסקנו בסעיף 12.1.3.

ראינו שהמהירות של גוף הנזרק כלפי מטה היא:

$$V = V_0 + gt$$

המהירות של גוף במהלך ירידתו שווה למהירות 10 ______ (הסופית/ההתחלתית) V_0, ועוד gt, שהיא המהירות המוענקת לו בגלל משיכת כדור הארץ.

אפשר לראות את התנועה כלפי מטה כמורכבת משתי תנועות והגוף משתתף בו בזמן בשתיהן. הראשונה מהירות קבועה V_0 והשנייה נפילה חופשית, שבה המהירות גדלה והיא שווה ל______ (at/gt). שתי התנועות הללו הן בלתי תלויות. משמע שהתנועה במהירות קבועה מתבצעת כאילו הנפילה החופשית אינה קיימת. ולהיפך, הגוף נע בנפילה חופשית, כאילו המהירות הקבועה 1 ______ (קיימת/אינה קיימת).


$V_0 = 4\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$
$gt = 6\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

זהו חוק אי תלות התנועות.

שתי המהירויות $\vec{V}$ ו-$\vec{gt}$ הן וקטורי מהירות והן מכוונות אנכית כלפי 2 ______ (מעלה/מטה).

מהירות הגוף הנזרק היא סכום של שתי המהירויות.

8. נניח כי: $V_0 = 4\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

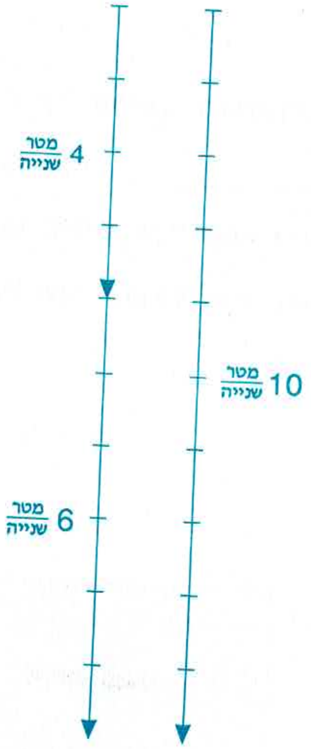
הווקטור $\vec{V_0}$ המסורטט בציור 99 מכוון כלפי 3 ______ (מעלה/מטה).

זמן הנפילה 0.6 שניות = t.

לכן מהירות הגוף הודות לכדור הארץ בלבד היא:

$gt = 6\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ $\qquad gt = 0.6\cdot10$

בציור 99 רואים כיצד מתחברים שני הווקטורים $\vec{V_0}$ עם $\vec{gt}$ גודלו של הווקטור $\vec{V}$ הוא 4 ______ (4/6/10) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ וכיוונו כלפי 5 ______ (מעלה/מטה).


$4\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$
$10\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$
$6\,\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

ציור 99
הווקטור $\vec{V}$ מתאר את המהירות השקולה של $\vec{V_0}$ ו-$\vec{gt}$.

המהירות $\vec{V}$ נקראת בשם מהירות שקולה. מהירות שקולה היא תוצאה של שתי מהירויות או יותר המצטרפות זו לזו. אנו אומרים ששני הווקטורים $\vec{V_0}$ ו-$\vec{gt}$ חוברו באופן וקטורי, במקרה זה השקול הווקטורי הוא סכום קטעים.

נספח 1

9. בזריקה אנכית כלפי מעלה, לגוף יש מהירות V_o ______ 1 (משתנה/קבועה) כלפי מעלה. לדוגמה: $6 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V_o$.

למעשה למהירות הזאת נוספת בכל רגע המהירות של gt, אלא שהווקטור $\overrightarrow{gt}$ פונה בכיוון 2 ______ (מטה/מעלה).

$\overrightarrow{gt}$ הוא וקטור 3 ______ (קבוע/משתנה) עם הזמן.

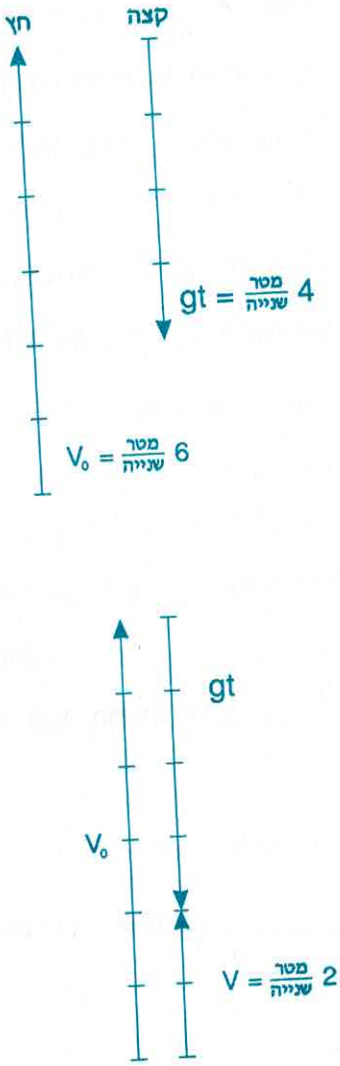
לאחר זמן של 0.4 שניות לדוגמה, $gt = 10 \cdot 0.4$

$4 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = gt$. חיבור הווקטורים במצב זה נעשה כך שהחץ של הווקטור V_o נוגע בקצה של gt.

התוצאה היא 4 ___ (2/4) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ כלפי מעלה.

גם במקרה זה קיימת 5 ______ (תלות/אי תלות) בתנועות.

כאן מתקיימת תנועה בכיוון מעלה במהירות 6 ______ (קבועה/משתנה) V_o, ומתקיימת תנועה כלפי מטה במהירות 7 ______ (קבועה/משתנה) gt. השקול של שני הווקטורים הוא ההפרש בין שני הקטעים.



קצה
חץ
$gt = 4 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$
$V_o = 6 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$
gt
V_o
$V = 2 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

ציור 100
בזריקה כלפי מעלה הפרש הווקטורים $\vec{V_o}$ ו-$\overrightarrow{gt}$, נותן את המהירות השקולה כלפי מעלה.

נסכם:

א. גוף הנע בזריקה כלפי מעלה ומטה, משתתף בשתי תנועות בו בזמן.

ב. שתי התנועות הן: תנועה במהירות קבועה ותנועה מואצת בתאוצת הכובד g. התנועות הן בלתי תלויות.

ג. המהירות השקולה היא החיבור הווקטורי של שתי מהירויות, $\vec{V_o}$ ו-$\overrightarrow{gt}$.

נספח 2 - זריקה אופקית

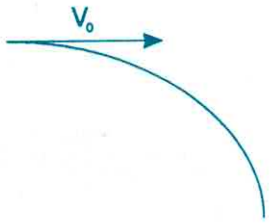
1. אבן הנזרקת בכיוון אופקי נעה בתנועה הנקראת זריקה אופקית.

זריקה אופקית אף היא תנועה המורכבת משתי תנועות בלתי תלויות. התנועה הראשונה היא בכיוון אופקי. הגוף נזרק במהירות V_o בכיוון 1 _______ (אופקי/אנכי). מהירות זאת אינה משתנה במשך כל זמן התנועה. התנועה השנייה היא אנכית כלפי 2 ______ (מטה/מעלה). התנועה האנכית היא 3 _______________ (זריקה כלפי מעלה/נפילה חופשית).

זאת מפני שהמהירות ההתחלתית כלפי מטה היא אפס.

מהירותו האנכית של הגוף בכל זמן t מרגע הזריקה היא 4 _______ (V_o/gt).

שתי התנועות מתבצעות בו בזמן. התוצאה המתקבלת היא תנועה לאורך מסלול שצורתו היא 5 _______________ (קו ישר/קו עקום).



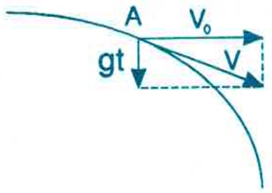
ציור 101
צורת המסלול של זריקה אופקית היא פרבולה.

2. צורת המסלול היא צורה הנדסית המכונה פרבולה (ציור 101). ראינו כי בתנועה במעגל כיוון המהירות ההיקפית משיק למעגל.

גם בזריקה אופקית כיוון המהירות בכל נקודה על המסלול (כיוון המהירות השקולה V) יהיה המשיק ל__________ (מעגל/פרבולה). כלומר, לכיוון המהירות V יש, לפי הגדרת המשיק, נקודת מגע אחת ויחידה עם הפרבולה (ציור 102).

מהירותו האופקית של הגוף בנקודה A היא 6 _____ (gt/V_o).

מהירותו האנכית היא 7 _____ (gt/V_o). המהירות השקולה היא V (ציור 102). שני הווקטורים V_o ו-gt בנויים כך שהם מהווים צלעות של מלבן.



ציור 102
הווקטורים $\vec{V_o}$ ו-$\vec{gt}$ הם צלעות סמוכות של מלבן. הווקטור $\vec{V}$ הוא האלכסון של אותו המלבן.

המהירות השקולה V היא וקטור, שהוא________(האלכסון/הצלע) של אותו מלבן.

התבונן במלבן שבציור 102 הוקטורים gt ו-V_o בונים זווית 2________(של 60°/ישרה-בת 90°) זה עם זה. כדי לחשב את V אפשר להשתמש במשפט פיתגורס. מקבלים:

$$\boxed{V^2 = V_o{}^2 + (gt)^2}$$

3. אבן נזרקת במהירות אופקית של 6 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

א. מהי המהירות האופקית של האבן לאחר 0.8 שנייה?

ב. מהי המהירות האנכית של האבן לאחר 0.8 שנייה?

ג. מהי המהירות השקולה של האבן לאחר 0.8 שנייה?

פתרון

א. המהירות האופקית אינה משתנה, לכן 6 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}} = V_{\text{אופקי}}$

ב. המהירות האנכית היא gt.

$$V_{\text{אנכי}} = gt = 10 \cdot 0.8 = 8\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$$

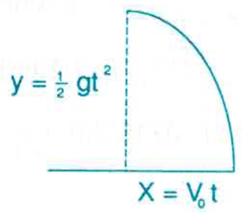
ג. המהירות השקולה היא גודל הווקטור ____________ (האופקי/השקול) של המהירויות האופקית והאנכית.

$$V^2 = V_o{}^2 + (gt)^2$$

$$V = \sqrt{6^2 + 8^2}$$

$$V = 10\ \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$$

4. למרות ההקטנה ההדרגתית בגובה y של הגוף הנזרק, התרחקותו בכיוון האופקי מתבצעת כאילו הוא נע על משטח ישר במהירות קבועה V_o (ציור 103).



ציור 103
בזריקה אופקית נמדד מרחק תנועתו האופקית של גוף X כאילו הגוף ממשיך במהירות קבועה V_o בכוון X.
הגובה y נמדד כאילו הגוף נע בנפילה חופשית.

המרחק האופקי X מנקודת המוצא לאחר זמן t הוא:

א. $X = \frac{t}{V_o}$ ב. $X = \frac{V_o}{t}$ ג. $X = V_o t$ ד. $X = \frac{1}{2} gt^2$

סמן את התשובה הנכונה.

באופן 1____________(תלוי/בלתי תלוי) בתנועה האופקית

נע הגוף כלפי מטה 2____________ (בנפילה חופשית/

במהירות קבועה). לכן עומק ירידתו y מנקודת המוצא לאחר

זמן t הוא:

$$y = \frac{1}{2} gt^2$$

נסכם:

א. בזריקה אופקית - משתתף הגוף בו בזמן בשתי תנועות שהן בלתי תלויות.

ב. התנועות הן: מהירות קבועה בכיוון אופקי ונפילה חופשית בכיוון אנכי.

ג. בזריקה אופקית - המהירות האופקית V_o נשארת קבועה בגודלה ובכיוונה.

ד. המרחק האופקי בתנועה זו שווה ל-$X = V_o t$.

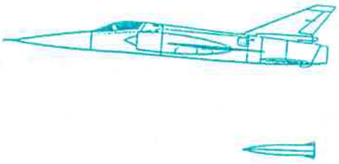
ה. במשך הזמן t הגוף שנזרק אופקית מנמיך ב-$y = \frac{1}{2} gt^2$. המהירות של הגוף לאחר זמן t היא $V = \sqrt{V_o^2 + (gt)^2}$ כאשר gt היא המהירות האנכית.

5. מטוס טס אופקית בגובה 500 מטר. פצצה מתנתקת מהמטוס כאשר מהירותו 540 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

א. מהו זמן שהייתה של הפצצה באוויר?

ב. מהו המרחק האופקי שעוברת הפצצה עד פגיעתה בקרקע?

ג. באיזו מהירות שקולה מגיעה הפצצה לקרקע?



ציור 104
הגובה בו טס המטוס הוא 500 מטר. מהירותו 540 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ שזו גם מהירותה האופקית של הפצצה.

נספח 2

פתרון

נתונים

גובה המטוס $y = 500$ מטר

המהירות האופקית של הפצצה שזהה למהירות המטוס $V = 540\ \frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ______ 1

זמן שהיית הפצצה באוויר $t = ?$

מרחק התנועה האופקית של הפצצה $X = ?$

המהירות השקולה $V = ?$

א. זמן שהיית הפצצה באוויר:

המהירות האופקית של המטוס היא ______ 2 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. זאת גם המהירות האופקית של הפצצה.

הזמן שהפצצה שוהה באוויר תלוי אך ורק בגובה הזריקה.

נחשב תחילה את זמן השהייה.

גובה המטוס y מעל לקרקע הוא 3 ______(150/500) מטר.

לכן $500 = \frac{1}{2} gt^2$

או $500 = \frac{1}{2} \cdot 10t^2$

$t^2 =$

$t = \boxed{\quad\quad}\ 10$ 4

ב. מרחק התנועה האופקי X מתקבל על פי הנוסחה:

$X = V_o t$

לכן $X = 150\cdot10 = 1500$ מטר

$X =$ ק"מ ______ 5

ג. המהירות השקולה היא:

$$V = \sqrt{V_o^2 + (gt)^2}$$

$$V = \sqrt{150^2 + (10\cdot10)^2}$$

$V = \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ______ 6

תרגילי חזרה

לפרקים 1 ו-2

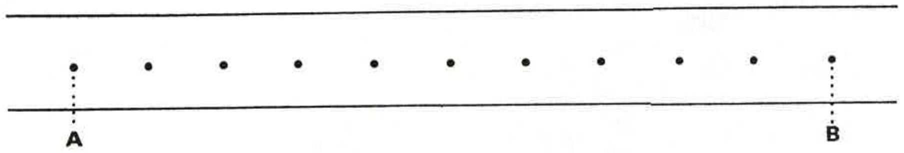
1. המהירות המירבית המותרת בכביש מהיר היא 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.
כלומר:

① א. 90 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ב. 15 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$
ג. 25 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ד. 30 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

2. מאך הוא מהירות הקול באוויר. בתנאי מזג אוויר מסוימים המאך שווה ל- 1080 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.
מהירות האור באוויר היא $3\cdot10^8$ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
מהירות האור גדולה ממהירות הקול פי:

② א. 10^3 ב. 10^4 ג. 10^5 ד. 10^6

תלמיד ביצע ניסוי משיכת סרט נייר דרך רשם זמן. רשם הזמן מקיש 4 פעמים בכל שנייה. הסימונים שנתקבלו בסרט הנייר היו:



השאלות 3-6 מתייחסות לניסוי שלעיל ולתוצאותיו.

3. הזמן שבין נקישה אחת לעוקבת לה היה:

③ א. 0.25 שנייה ב. 4 שניות
ג. 0.4 שנייה ד. 0.1 שנייה

4. הזמן שבין נקישה A לנקישה B היה:

א. 1.1 שנייה ב. 4 שניות ①

ג. 2.5 שניות ד. 2.75 שניות.

5. התלמיד משך את סרט הנייר במהירות:

א. הולכת וגדלה ב. הולכת וקטנה ②

ג. משתנה באופן לא עקבי ד. קבועה.

6. המהירות שבה משך התלמיד את סרט הנייר הייתה:

א. 1 $\frac{\text{ס"מ}}{\text{שנייה}}$ ב. 2 $\frac{\text{ס"מ}}{\text{שנייה}}$ ג. 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ד. 4 $\frac{\text{ס"מ}}{\text{שנייה}}$. ③

7. במסע רגלי על כביש צועד אדם במהירות ממוצעת של 9 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ לאורך מרחק של 18 ק"מ. אחר כך הוא ממשיך לצעוד בדרך עפר מרחק של 12 ק"מ במהירות ממוצעת של 4 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. ④

מהירותו הממוצעת של האדם לאורך כל התנועה הייתה:

א. 6.5 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ב. 5 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ג. 6 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ ד. 5.5 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

8. מהירות רקטה מסוימת היא 43,200 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$. בהנחה ש-1 מאך = 1080 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$, מהירות הרקטה היא: ⑤

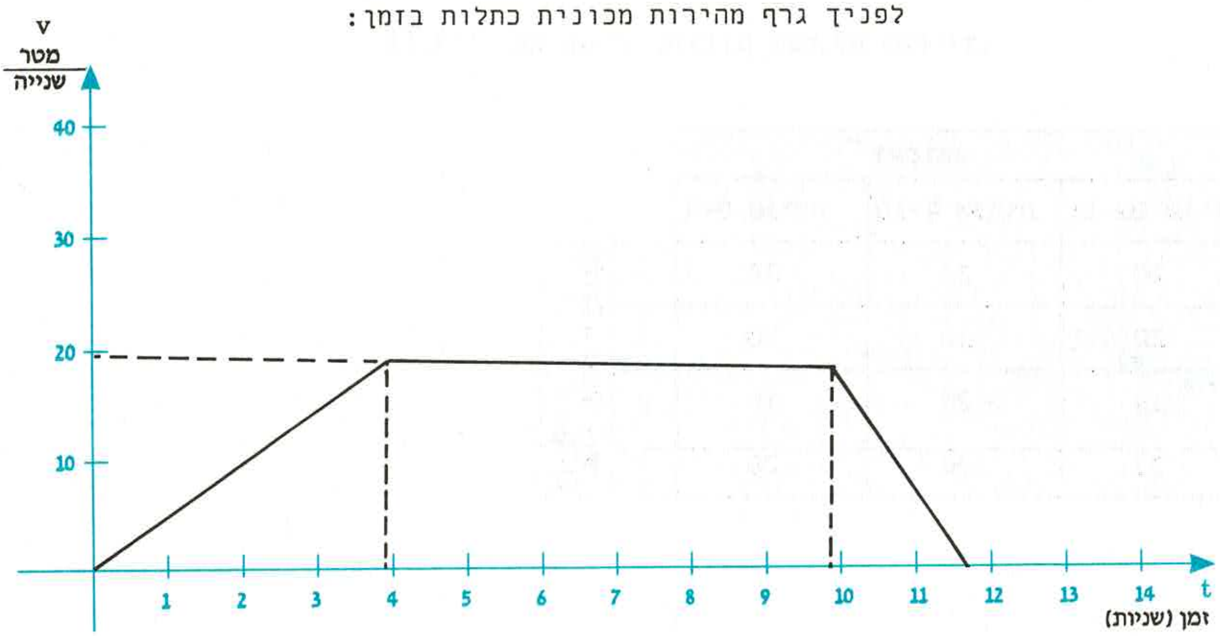
א. 9,000 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ או 30 מאך.

ב. 12,000 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ או 40 מאך.

ג. 15,000 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ או 25 מאך.

ד. 27,000 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ או 40 מאך.

לפניך גרף מהירות מכונית כתלות בזמן:



השאלות 9-11 מתייחסות לגרף שלעיל

9. ציין את השורה הנכונה שבטבלה שלפניך:

		רווח הזמן		
		0-4 שניות	4-10 שניות	10-12 שניות
המהירות	א	קטנה	גדלה	נשארה קבועה
	ב	נשארה קבועה	קטנה	גדלה
	ג	גדלה	נשארה קבועה	קטנה
	ד	נשארה קבועה	גדלה	קטנה

①

10. ציין את השורה הנכונה שבטבלה שלפניך:

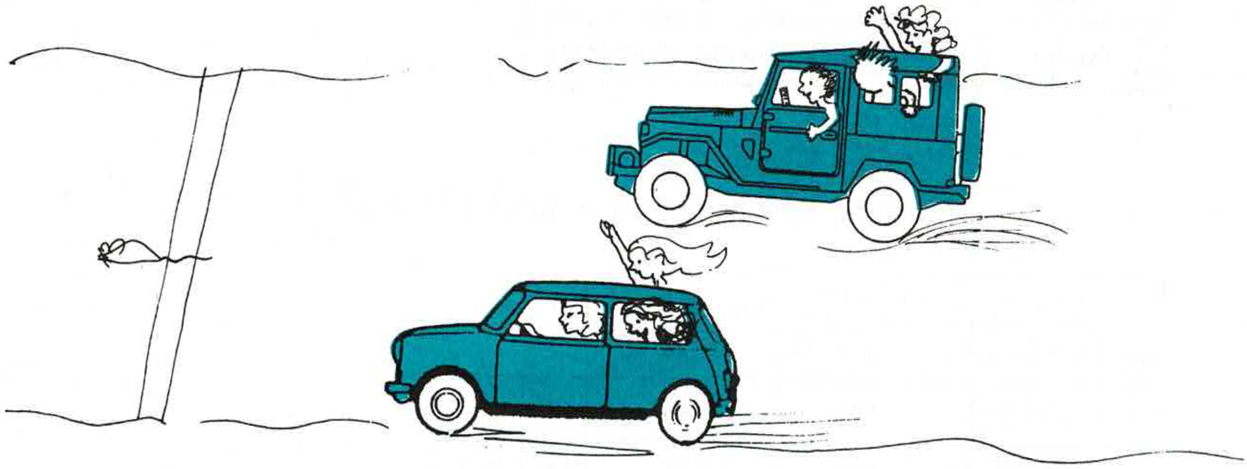
		רווח הזמן		
		0-4 שניות	4-10 שניות	10-12 שניות
מרחק שעוברת המכונית במטרים	א	40	200	20
	ב	40	120	20
	ג	20	100	40
	ד	80	120	40

②

11. ציין את השורה הנכונה שבטבלה שלפניך:

		רווח הזמן		
		0-4 שניות	4-10 שניות	10-12 שניות
מהירות ממוצעת (מספר מ/ש)	א	20	20	10
	ב	10	20	20
	ג	10	20	10
	ד	20	20	20

①



לפרק 3

1. ציין את המשפט הנכון:

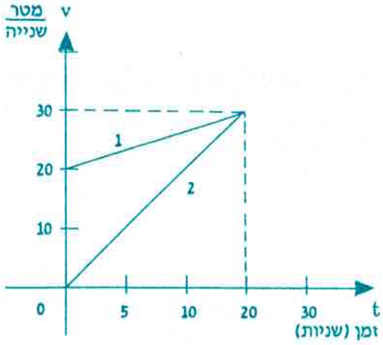
א. תאוצה היא שינוי המרחק ביחידת זמן אחת, והיחידה שלה $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

ב. תאוצה היא שינוי המהירות ביחידת זמן אחת, והיחידה שלה $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

ג. התאוצה היא שינוי המהירות ביחידת זמן אחת, והיחידה שלה $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

ד. התאוצה היא שיפוע קו המהירות כתלות בזמן והיחידה שלה $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

①



נתונים שני גרפים המתארים את המהירות של שתי מכוניות כתלות בזמן. בזמן t = 0 שתי המכוניות היו באותו מקום. שאלות 4-2 מתייחסות לשני הגרפים האלה.

2. ציין את המשפט הנכון:

א. בזמן t=0 מהירות מכונית 1 הייתה 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
תאוצתה במשך 20 השניות הראשונות היא: 0.5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

ב. בזמן t=0 מהירות מכונית 1 הייתה 0.
תאוצתה במשך 20 השניות הראשונות היא: 1.5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

ג. בזמן t=0 מהירות מכונית 1 הייתה 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.
תאוצתה במשך 20 השניות הראשונות היא: 0 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

ד. בזמן t=0 מהירות מכונית 1 היא 0.
תאוצתה במשך 20 השניות הראשונות היא: 0.5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

②

3. ציין את המשפט הנכון:

①

א. בזמן 20 שניות = t יש לשתי המכוניות מהירות משותפת של 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

ב. בזמן 20 שניות = t מהירות מכונית 1 היא 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ומהירות מכונית 2 היא: 30 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

ג. בזמן 20 שניות = t יש לשתי המכוניות מהירות משותפת של 30 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

ד. ב-20 השניות הראשונות יש לשתי המכוניות תאוצה של 1.5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$.

4. נתון כי בזמן t=0 שתי המכוניות היו באותו מקום.

ציין את המשפט הנכון המסביר מה קרה לאחר 20 שניות:

②

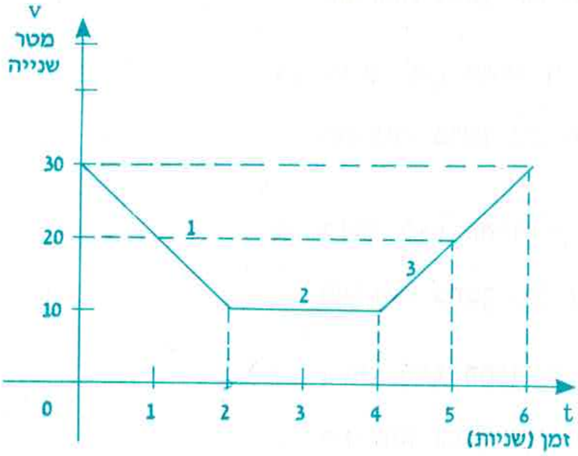
א. מכונית 1 תקדים את מכונית 2 ב-300 מטר.

ב. מכונית 2 תקדים את מכונית 1 ב-300 מטר.

ג. מכונית 1 תקדים את מכונית 2 ב-500 מטר.

ד. מכונית 1 תקדים את מכונית 2 ב-200 מטר.

נתון גרף של מהירות גוף כתלות בזמן:



שאלות 5-7 מתייחסות לגרף הזה.

5. ציין את התשובה הנכונה:

	המהירות בזמן t=0 $(\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}})$	התאוצה בשתי השניות הראשונות $(\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2})$
א.	30	(-15)
ב.	30	0
ג.	0	(-10)
ד.	30	(-10)

①

6. התאוצה בשתי השניות האחרונות לתנועה היא:

א. (-15) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ ב. 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$

ג. (-10) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ ד. 0 (אין תאוצה)

②

7. במשך 6 שניות ינוע הגוף מרחק של:

א. 20 מטר ב. 100 מטר ג. 40 מטר ד. 80 מטר

③

8. ציין את המשפט הלא נכון:

א. לגוף הנע במעגל במהירות שגודלה קבוע יש תאוצה המכוונת אל המרכז.

ב. תאוצה קיימת רק אם גודלה של המהירות משתנה.

ג. בתנועת מטוטלת אפשר להבחין בשני סוגים של תאוצה: תאוצה לאורך המסלול ותאוצה המכוונת אל נקודת התלייה של המטוטלת.

ד. כשגוף נע בתאוצה שלילית באותו כיוון, גודל המהירות שלו קטן.

④

תרגילי חזרה

9. המהירות המותרת בדרך בין עירונית היא 90 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.
מכונית הנעה במהירות של 36 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ מתחילה להאיץ בתאוצה
של 3 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$. היא תגיע למהירות המותרת במשך:
א. שנייה אחת ב. 3 שניות ג. 5 שניות ד. 7 שניות.
(זכור: 1 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}} = \frac{1}{3.6}\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$)

1

10. מכונית מאיטה בתאוצה קבועה של (-2) $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$ ונעצרת
לאחר 5 שניות. מהירותה ההתחלתית הייתה:
א. 5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ב. 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ג. 15 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ד. 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

2

11. גוף מתחיל לנוע בתאוצה קבועה של 1 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$. כעבור 3
שניות ממשיך הגוף לנוע במהירות קבועה במשך 3 שניות
נוספות. מרחק תנועתו של הגוף הוא:
א. 13.5 מטר ב. 18 מטר ג. 9 מטר ד. 4.5 מטר

3

12. מכונית נעה בתאוצה קבועה במשך 10 שניות. מהירותה
ההתחלתית הייתה 18 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$ והסופית 54 $\frac{\text{ק"מ}}{\text{שעה}}$.

ציין את השורה הנכונה בטבלה שלפניך:

	תאוצת המכונית ($\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$)	מרחק תנועתה (מטר)
א	1	200
ב	1.5	100
ג	1	100
ד	0.5	200

4

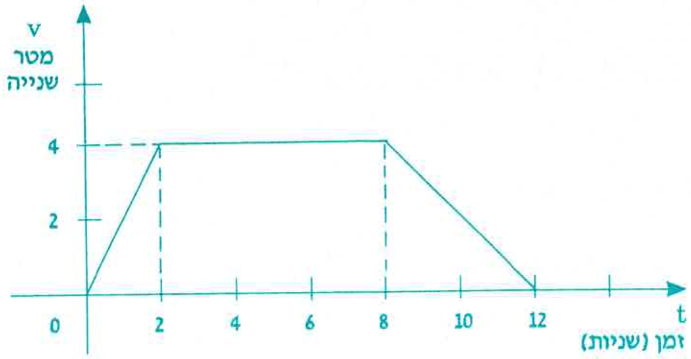
13. מהירותו ההתחלתית של גוף היא 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ והוא נע במשך 2 שניות בתאוצה של 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. מרחק תנועתו הוא:

א. 8 מטר ב. 20 מטר ג. 28 מטר ד. 36 מטר

1

נתון גרף המתאר את מהירותה של מעלית כתלות בזמן.

השאלות 17-14 מתייחסות לאותו גרף.



14. סיפור תנועתה של המעלית:

	2 השניות הראשונות	מ-2 שניות=t ועד 8 שניות=t	ב-4 השניות האחרונות
א	עולה בתאוצה קבועה	עולה במהירות קבועה	יורדת בתאוטה קבועה
ב	עולה בתאוצה משתנה	עולה במהירות קבועה	עולה בתאוטה לא קבועה
ג	עולה בתאוצה קבועה	עולה בתאוצה קבועה	עולה בתאוטה קבועה
ד	עולה בתאוצה קבועה	יורדת במהירות קבועה	עולה בתאוטה קבועה

2

15. תאוצת המעלית היא:

	ב-2 השניות הראשונות $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$	מ-2 שניות=t ועד t=8 שניות $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$	ב-4 שניות אחרונות $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}^2}$
א	1	1	(-1)
ב	2	0	1
ג	2	0	(-1)
ד	2	4	(-2)

①

16. גובה עלייתה של המעלית הוא: 2

1. 18 מטר   ב. 36 מטר   ג. 24 מטר   ד. 12 מטר

17. מהירותה הממוצעת של המעלית היא: 3

א. 2 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ב. 4 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ג. $1\frac{1}{3}$ $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ד. 3 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

18. זמן התנועה של גוף הנופל בנפילה חופשית מגובה 45 מטר הוא: 4

א. 6 שניות   ב. 6.7 שניות   ג. 3 שניות   ד. 2.12 שניות

19. גוף נזרק אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית של 20 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$. גובה עלייתו המירבי y של הגוף וזמן עלייתו t הם: ⑤

	y מטר	t שניות
א	20	2
ב	10	2
ג	20	1
ד	20	4

⑥

20. גוף נזרק אנכית כלפי מטה מגובה של 30 מטר. זמן תנועתו של הגוף היה 2 שניות.

המהירות ההתחלתית הייתה:

①

א. 5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ב. 10 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

ג. 15 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ד. 7.5 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$

לפרק 4

1. זמן מחזור בתנועה מעגלית הוא:

א. מספר הפעמים שגוף מבצע סיבוב שלם במשך שנייה אחת.

ב. הזמן הדרוש לגוף לנוע מנקודה על היקף המעגל לאורך הקוטר ובחזרה.

ג. הזמן הדרוש לגוף לבצע סיבוב שלם.

ד. הזמן הדרוש לגוף לנוע ממרכז המעגל אל נקודה שעל היקפו ובחזרה.

1

2. היחידה הרץ היא:

א. יחידת התדירות - $\frac{\text{מחזורים}}{\text{שנייה}}$

ב. היחידה של זמן המחזור - $\frac{\text{מחזורים}}{\text{שנייה}}$

ג. יחידת התדירות - שנייה

ד. היחידה של זמן המחזור - שנייה.

2

3. זמן המחזור של זמזם אלקטרוני הוא 0.01 שנייה. תדירות הזמזם היא:

א. 100 שניות ב. 100 הרץ

ג. 0.01 שנייה ג. 0.01 הרץ.

3

4. 3000 סל"ד הם:

א. 300 הרץ ב. 18,000 הרץ ג. 50 שניות ד. 50 הרץ

4

5. התדירות המומלצת למקדח לולייני בעל קוטר של 11 מ"מ הקודח בפלדת מסג היא 400 סל"ד. זמן המחזור המומלץ הוא:

א. 0.15 שנייה ב. 0.4 שנייה

ג. $\frac{1}{400}$ שנייה ד. $6\frac{2}{3}$ שנייה

①

6. בניסוי מצאו כי מטוטלת מבצעת 20 תנודות שלמות במשך 10 שניות. להלן תוצאות הניסוי. סמן את התוצאה הנכונה.

	זמן מחזור (שנייה)	תדירות (הרץ)
א	0.5	5
ב	0.5	2
ג	2	0.5
ד	2	2

②

7. D הוא קוטר של מעגל במטרים. המהירות ההיקפית של גוף הסובב במעגל ביחידה $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ ובתדירות N (סל"ד) היא:

א. $\frac{\pi DN}{60}$ ב. $\frac{Df}{60}$ ג. $60\pi DN$ ד. πDN

③

8. המהירות ההיקפית של קצה המדחף של מטוס בעל קוטר של 2 מטר היא 113.04 $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ $(\pi = 3.14)$

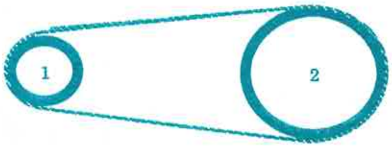
תדירות המדחף בסל"ד היא:

א. 540 סל"ד ב. 1080 סל"ד

ג. 810 סל"ד ד. 1350 סל"ד

④

9. בממסר שלפניך:



א. התדירות של גלגל 1 שווה לתדירות של גלגל 2.

ב. הרדיוס של גלגל 2 גדול יותר מהרדיוס של גלגל 1 לכן המהירות ההיקפית של גלגל 2 גדולה יותר מהמהירות ההיקפית של גלגל 1.

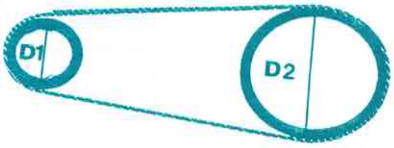
ג. המהירות ההיקפית של שני הגלגלים שווה.

ד. זמן המחזור של גלגל 1 שווה לזמן המחזור של גלגל 2.

10. בממסר שלפניך:

0.5 מטר = D_1

0.75 מטר = D_2



גלגל אחד מסתובב בתדירות של 600 סל"ד = N_1. גלגל 2 מסתובב בתדירות:

א. 400 סל"ד ב. 300 סל"ד

ג. 1200 סל"ד ד. 900 סל"ד

11. סמן את המשפט הנכון:

א. תאוצה רדיאלית מכוונת לאורך המסלול של תנועה מעגלית וגודלה שווה ל- $\frac{V^2}{R}$.

ב. תאוצה רדיאלית בתנועה מעגלית מכוונת אל מרכז המעגל וגודלה שווה ל- $\frac{V^2}{R}$.

ג. תאוצה רדיאלית היא תאוצה שנוצרת בגלל שינוי גודל המהירות ההיקפית בתנועה מעגלית.

ד. התאוצה הרדיאלית מכוונת אל מרכז המעגל וגודלה שווה ל- $a_R = V^2R$.

12. גוף נע בתנועה מעגלית על פני מעגל שרדיוסו קבוע.
התדירות גדלה פי 4 והתאוצה הרדיאלית:

א. גדלה פי 4

ב. קטנה פי 6

ג. גדלה פי 16

ד. אינה תלויה בתדירות.

(ד)